Aus der Frauenklinik der Universität Tübingen
Geschäftsführender Direktor: Professor Dr. H. A. Hirsch

Über die Aussagefähigkeit von Grundlinienphänomenen im Kardiotokogramm unter besonderer Berücksichtigung der Oszillationsamplitude

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin
der Medizinischen Fakultät
(Klinische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
Tübingen

vorgelegt von
Peter Julius Heering
aus Wuppertal

1981

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548903_0004

Aus der Frauenklinik der Universität Tübingen
Geschäftsführender Direktor: Professor Dr. H. A. Hirsch

Über die Aussagefähigkeit von Grundlinienphänomenen im Kardiotokogramm unter besonderer Berücksichtigung der Oszillationsamplitude

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin
der Medizinischen Fakultät
(Klinische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
Tübingen

vorgelegt von
Peter Julius Heering
aus Wuppertal

1981

Dekan:	Professor Dr. G. Rassner
1. Berichterstatter:	Professor Dr. V. M. Roemer
	(Professor Dr. H. A. Hirsch)
2. Berichterstatter:	Professor Dr. R. Michaelis

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

REFO-DRUCK HANS VOGLER TÜBINGEN

Meinen Eltern

Herrn Professor Dr. V. M. Roemer gilt mein besonderer Dank für die Stellung des Themas, die sachkundige und freundliche Anleitung und stete Betreuung bei allen Problemen, die sich während der Arbeit ergaben.

Für die ausgezeichnete Zusammenarbeit mit dem Zentrum für Datenverarbeitung sei Herrn Professor Dr. Leo Koslowsky, Herrn Juranek und Herrn Federsel sehr herzlich gedankt.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung .....S 1

2. Krankengut und Methodik

2.1 Auswahl der Kardiotokogramme .....S 15

2.2 Methodik der Auswertung .....S 18

3. Hauptteil

3.1 Über die Beeinflussung der Oszillationsamplitude und der OA-Verteilungsmuster durch Nabelschnurkomplikationen .....S 27

3.2 Über die Beeinflussung der Oszillationsamplitude und der OA-Verteilungsmuster durch intrapartale Medikamentenapplikation .....S 33

3.3 Über den Einfluß fetaler Azidämie auf das Oszillationsmuster .....S 39

3.3.1 Die Analyse der Oszillationsamplitude in Abhängigkeit vom aktuellen pH_{NA} .....S 42

3.3.2 Das Verhalten der Oszillationsfrequenz in Abhängigkeit vom aktuellen pH_{NA} .....S 45

3.3.3 Betrachtungen über die Abhängigkeit der Oszillationsamplituden vom aktuellen pH_{NA} unter gleichzeitiger Berücksichtigung der Oszillationsfrequenzen .....S 48

3.4 Über die Frequenzabhängigkeit der Oszillationsamplitude .....S 64

3.5 Betrachtungen über die pH-Abhängigkeit der Oszillationstypenmatrix nach Hammacher .....S 80

3.5.1 Vergleich der Feldbesetzungen .....S 82

3.5.2 Korrelationsanalytische Betrachtungen zur Oszillationstypenmatrix nach Hammacher und dem pH_{NA} .....S 90

3.6 Statistisch orientierte Veränderung der Oszillationstypenmatrix .....S 102

4. Diskussion der Ergebnisse .....S 131

5. Zusammenfassung der Ergebnisse .....S 138

6. Legenden .....S 144

7. Literatur .....S 151

8. Verzeichnis der Abkürzungen .....S 167

9. Anlagen

9.1 Schlüssel zur Beschreibung der Herzfrequenzalteration .....S 168

9.2 Schlüssel zur Registrierung klinischer und biochemischer Daten der Mutter und des Feten .....S 170

9.3 Musterbogen zur Registrierung der basalen Herzfrequenz .....S 174

9.4 Musterbogen zur Registrierung der Herzfrequenzalteration .....S 175

9.5 Musterbogen zur Registrierung klinischer und biochemischer Daten der Mutter und des Feten .....S 176

1. Einleitung

Die erste Beschreibung einer intrapartalen Auskultation finden wir in einer Veröffentlichung von Lejumeau de Kergaradec, einer Arbeit, die 1822 in deutscher Sprache erschienen ist (39). Einen wesentlichen Bedeutungszuwachs hat die perinatale Auskultation durch die Möglichkeit der simultanen Registrierung von Herzfrequenz und Wehentätigkeit erlangt, die durch die Entwicklung des Kardiotokographen ermöglicht worden ist. Damit wurde ein neuer Anstoß zur Verfeinerung der perinatalen Diagnostik gegeben.

Noch vor wenigen Jahren (Kubli 1966) hat die Frage zur Diskussion gestanden, ob es bei konstanter Registrierung der FHF ein Absterben des Feten ohne erkennbare FHF-Alteration geben kann. Inzwischen ist diese Frage entschieden, und die klinische Interpretation des CTG's erlaubt tiefergehende Rückschlüsse auf den Zustand des Feten. Diese weitergehenden Erkenntnisse der Kardiotokographie beruhen in hohem Maße auf der Forschungsarbeit von Caldeyro-Barcia, Hon und Hammacher.

Der Betrachter des CTG's muß wissen, daß mit der Registrierung der kindlichen Herzfrequenz lediglich ein Parameter des fetalen Herzkreislaufsystems aufgezeichnet wird. Von dem Verhalten dieser Größe werden Erkenntnisse auf den Zustand des Feten gezogen.

Bei der Beurteilung des CTG's sind grundsätzlich zwei Bestandteile zu berücksichtigen:

A. Die basale Herzfrequenz

B. Die Herzfrequenzalteration

A. Basale Herzfrequenz

Die basale Herzfrequenz entspricht der Frequenz, die über einen definierten Zeitraum (1 Minute) mit einem konstanten Mittelwert vorliegt. Bei Herzfrequenzalterationen gilt als basale Herzfrequenz diejenige Frequenz, die zwischen den Alterationen vorliegt.

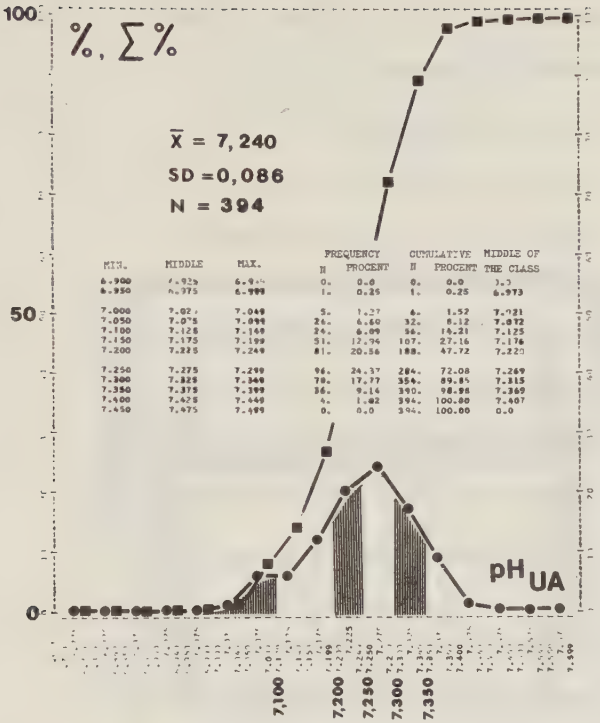


Abb. 1: Abbildung 1 gibt die prozentuale und kumulativ prozentuale Verteilung der 394 pH-Werte in der Nabelarterie und die entsprechenden Daten wieder. Die Verteilung wurde nach den in der Abbildung und im Text aufgeführten pH-Grenzen in insgesamt 6 kleinere, unverbundene Stichproben aufgeteilt, so daß möglichst gleichgroße Untergruppen resultierten; jede enthielt die Daten von mindestens 1.000 CTG-Minuten von mehr als dreißig Feten. Der pH-Mittelwert des Gesamtkollektivs betrug 7.240, SD = 0.086; 27.16 % der Feten hatten einen pH der Nabelschnurarterie $\leqslant$ 7.200.

Die basale Herzfrequenz wird durch drei Kriterien beschrieben:

1. Das Frequenzniveau

   Das Frequenzniveau wird durch die Konstruktion einer fiktiven Linie i.S. einer Mittelwertslinie durch die CTG-Kurve festgelegt. Eine Frequenz zwischen 120 und 160 SpM wird als Normokardie bezeichnet, ein längerdauernder Anstieg des Frequenzniveaus als Tachykardie und ein Abfall als Bradykardie.

   Aus den Arbeiten von Brady und James (1963), Quilligan (1964), Caldeyro-Barcia (1969) und Kubli (1969) geht hervor, daß eine intrapartale Tachykardie mit Azidosehäufung und erniedrigten Apgar-Werten einhergehen kann.

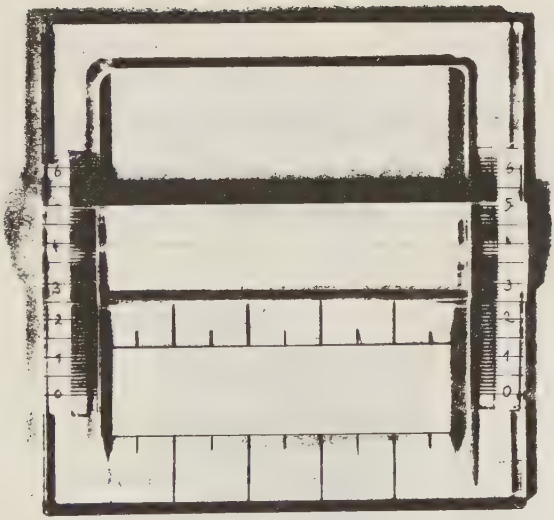
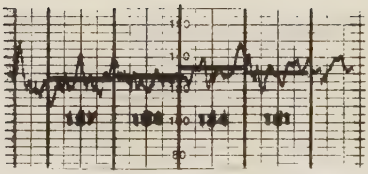
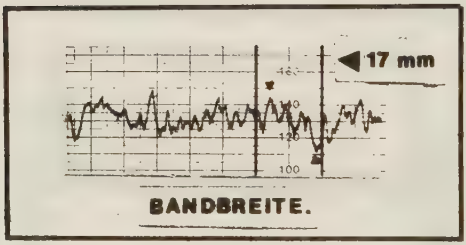


Abb. 2: Schublehre aus durchsichtigem Kunststoff mit Millimetereinteilung und eingepaßtem Schieber. Maße 13 x 13 x 0,5 cm. Die Bandbreiten wurden in Millimeter abgelesen und computerintern in SpM umgerechnet.





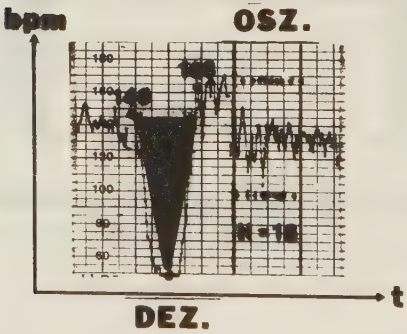


Abb. 3: Beispiel für die Auswertung einer CTG-Minute

Durch die Konstruktion einer fiktiven Linie wird mit Hilfe eines Lineals die geschätzte mittlere Frequenz ermittelt. Mit Hilfe der in Abb. 2 dargestellten Schublehre wird die Bandbreite der Oszillationen pro Minute gemessen. Durch Zählung der Hoch- und Tiefpunkte einer makroskopisch erkennbaren FHF-Schwankung wird die Oszillationsfrequenz pro Minute ausgezählt.

Die Irregularität = das Auf und Ab = der FHF-Kurve wird durch die Bandbreite und die Oszillationsfrequenz beschrieben.

2. Die Oszillationsamplitude der FHF

Caldeyro-Barcia (1966) und Hammacher (1966) haben die Oszillationen der basalen FHF beschrieben. Hammacher (1967/1968/1969) hat für die Phonokardiographie vier Oszillationstypen unterschieden, die er wie folgt definiert:

Typ 0 = Silente FHF:

Schwankungen mit einer Amplitude unter 5 SpM. Mögliche Ursachen sind der physiologische Ruhezustand des Feten, der Einfluß von Pharmaka und eine Verschlechterung der Leistungsanpassungsfähigkeit durch eine fetale Hypoxie.

Typ I = eingeengt undulatorische FHF:

FHF-Schwankungen mit einer Amplitude von 5 - 9 SpM.

Die "eingeengt undulatorischen Oszillationen" stellen einen Übergang zum silenten Oszillationstyp dar und können einen schlafähnlichen Zustand des Feten, einen zentralsedierenden Einfluß von Medikamenten oder eine drohende Verschlechterung der fetalen Herzkreislaufanpassungsmöglichkeit wiederspiegeln.

Typ II = undulatorische FHF:

FHF-Schwankungen mit einer Amplitude von 10 - 24 SpM.

Die "undulatorischen Oszillationen" kommen häufig vor und gelten als physiologisch.

Typ III = saltatorische FHF:

FHF-Schwankungen mit einer Amplitude über 25 - 30 SpM.

Die "saltatorischen Oszillationen" werden einem funktionsfähigen Herzen zugeschrieben, welchem bereits eine Kompensationsleistung abverlangt

worden ist.

Sie erfordern eine erhöhte Aufmerksamkeit des Geburtshelfers.

3. Die Oszillationsfrequenz

Neben der Einteilung nach "Oszillationstypen", welche de facto eine Einteilung nach den FHF-Amplituden darstellt, hat Hammacher darauf hingewiesen, daß nicht nur die OA sondern auch die Oszillationsfrequenzen von prognostischer Bedeutung sind. Sie gelten als Ausdruck einer langsamen Änderung der fetalen Herzfrequenz (Fischer 1976). Hammacher (1974) hat zur Beurteilung der FHF eine Einteilung entwickelt (Abb. 5), welche zur Beschreibung der BL sowohl die OA als auch die OF miteinbezieht. Roemer (1977) hat einen signifikanten Rückgang der Oszillationsfrequenz bei fetaler Azidämie nachgewiesen.

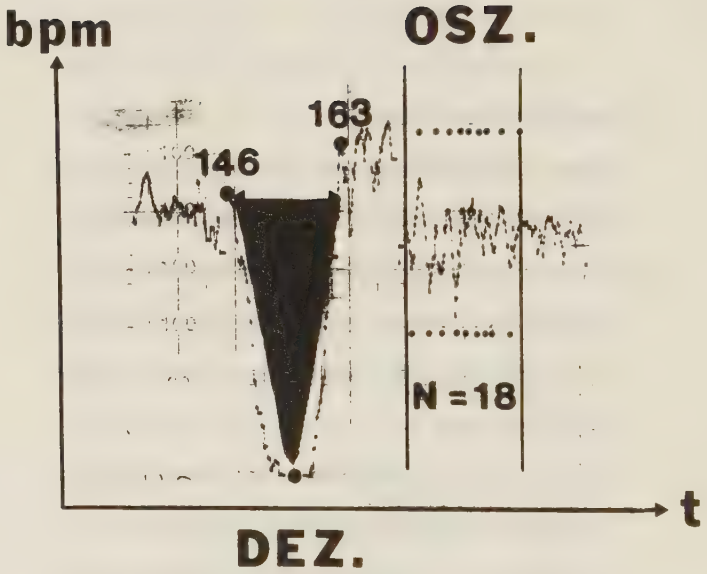


Abb. 4: Beispiel für das Auszählen von Oszillationen pro Minute.
Jeder schwarze Punkt markiert die Spitze (Hoch- und Tiefpunkte) einer makroskopisch erkennbaren FHF-Schwankung, insgesamt 18 bei einer Oszillationsbreite von 47 SpM. Die Anzahl der Nulldurchgänge (Schnittpunkte mit einer virtuellen Krummen, um die herum die FHF oszilliert) beträgt hier ebenfalls 18. Die Makrofluktuation (Fischer) kann nicht immer so klar ausgezählt werden.

B. Die Herzfrequenzalteration

Die Herzfrequenzalterationen werden eingeteilt in

1. Akzelerationen
2. Dezelerationen.

1. Die Akzeleration ist eine kurzfristige Herzfrequenzbeschleunigung mit raschem Anstieg und Abfall zur Basalfrequenz und gilt als Ausdruck physiologischer Kompensation.

2. Unter einer Dezeleration ist eine kurzfristige Verlangsamung der FHF zu verstehen, die selten sporadisch, sondern in der Regel periodisch in Zuordnung zu Uteruskontraktionen auftritt.

Die Charakterisierung der Dezeleration gelingt durch Beurteilung der Dauer, Tiefe, Form, Flankensteilheit, Häufigkeit und zeitlichen Zuordnung zum Ablauf der Wehenkontraktion. Die Beschreibung und Bewertung der Dezelerationen erfolgt in Anlehnung an Arbeiten von Caldeyro-Barcia, Hon und

Hammacher (siehe Anlage 1).

Durch die Miteinbeziehung der OF in die BL-Beurteilung ist eine Einteilung mit 4 x 3 = 12 verschiedenen Oszillationstypen entstanden. Diese Oszillationstypenmatrix nach Hammacher (1974) (Abb. 5) ist sehr gut geeignet, Phänomene der BL quantiativ zu beschreiben.

Folgende Fragen sind jedoch noch nicht völlig geklärt:

A. Besteht eine statistisch verifizierbare Beziehung zwischen bestimmten BL-Phänomenen und den klinischen oder biochemischen Parametern des Feten?
Können Hypoxiezustände des Feten überhaupt durch bestimmte Oszillationstypen erkannt werden?

B. Sind die willkürlichen Grenzziehungen sinnvoll und zu begründen oder bieten sich andere Grenzwerte an?

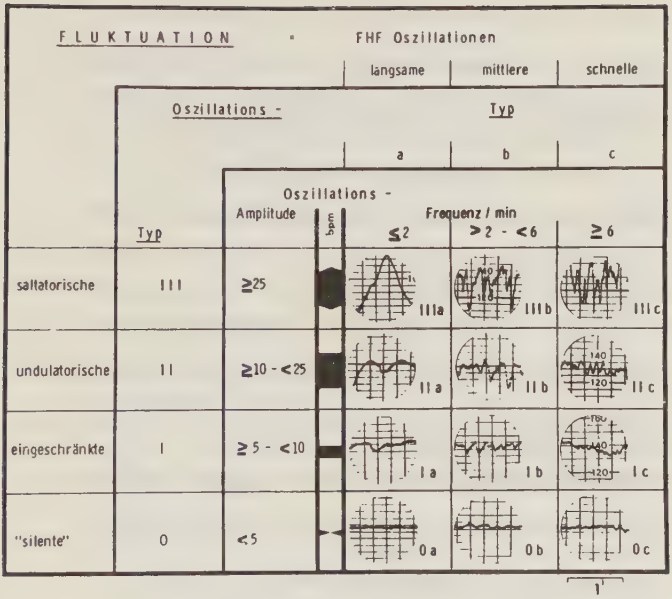


Fig. 5

Abb. 5: Oszillationstypenmatrix (OTM) nach Hammacher (1974)

Hammacher sah eine Gefährdung des Feten dann gegeben, wenn die OF unter 2 absank (Hammacher 1977). Wir haben uns in der vorliegenden Analyse nach diesem Hinweis gerichtet und die Schranken in diesem Punkt verändert.

Einzelne Autoren haben auf den engen Zusammenhang zwischen OA und OF und auf die prognostischen Möglichkeiten der OA verwiesen, deren Vorteil in ihrer einfacheren Erhebbarkeit begründet ist (Fischer 1973, Paul 1974, Roemer 1977).

Ziel dieser Arbeit ist es, diesen Zusammenhang zwischen BL-Phänomenen und den entsprechenden klinischen und biochemischen Parametern an einem größeren Kollektiv zu untersuchen und dabei insbesondere festzustellen, ob und inwieweit die OA in der Lage ist, als alleiniger Parameter der BL-Phänomenen diese zu charakterisieren und dabei auch die technisch schwieriger zu erhebende OA zu vertreten oder gar zu ersetzen.
In diesem Zusammenhang muß bemerkt werden, daß häufig lebensfrische Feten geboren werden, deren CTG's nach hergebrachten Kriterien als "bedenklich" bezeichnet werden müssen. Es gilt daher auch zu klären, welche CTG-Befunde als Variation eines physiologischen Status des Feten zu beurteilen und welche Befunde als Indikator einer fetalen Hypoxie zu werten sind.

2. Krankengut und Methodik

2.1 Auswahl der CTG's

Zu diesem Zweck wurden die letzten 120 Minuten von 394 technisch möglichst einwandfreien CTG's manuell ausgewertet, dies entsprach ca 46.000 CTG-Minuten. Die ausgewerteten CTG's stammten nahezu zu gleichen Teilen aus der UFK Tübingen (Geschäftsführender Direktor Prof. Dr. H.A. Hirsch) und der UFK Basel (Geschäftsführender Direktor Prof. Dr. O. Käser). Es wurden Kardiotokographen der Firma Hewlett-Packard Typ 8020 A und 8030 A verwandt. Die Papiervorschubgeschwindigkeit betrug 2 cm pro Minute. Unberücksichtigt blieben Fälle, bei denen

a) eine Schnittentbindung durchgeführt wurde, da hier der Registrierverlust in der Regel zu groß ist und deshalb keine sinnvolle Korrelation zwischen den intrapartalen CTG-Phänomenen und dem status praesens des Neugeborenen aufgestellt werden kann.

b) Nicht berücksichtigt wurden ferner Fälle mit einer großen, d.h. zeitlich ausgedehnten vaginal operativen Entbindung, wobei die Elektrode mangelhaft registriert abgeglitten oder entfernt worden war.

Bei kurzdauernden operativen Eingriffen (ca 2 Minuten) mit Störung des Triggersignals wurde dieses strenge Selektionsprinzip verlassen, da andernfalls zu wenig Fälle mit Azidosen übriggeblieben wären.

Der mittlere pH-Wert der Nabelarterie des Gesamtkollektivs (N = 394) betrug $\bar{x} = 7.24 \pm 0.086$. Der Anteil der Azidosen ($pH_{NA} \leq 7.10$) lag bei 8,9 % (N = 35), das Azidoserisiko ($pH_{NA} \leq 7.20$) belief sich auf 27,1 %.
Die Abb. 1 gibt die Graphen der prozentualen und der kumulativ prozentualen Verteilung der 394 pH-Werte in der Nabelarterie wieder.

Der mittlere Wert nach Apgar (1 Minute) betrug bei 392 Fällen (in zwei Fällen war der Apgar-Wert nicht mehr zu ermitteln) 8.4 ± 1.38.
358 Neugeborene (91,3 %) galten als lebensfrisch (1-Minute-Apgar $\geq$ 7-10), in 25 Fällen (6,4 %) lag eine Asphyxie mittleren Ausmaßes (Apgar 1 Minute von 5 und 6) vor. In 9 Fällen (2,3%) lag eine schwere, bedrohliche Asphyxie vor.

In 140 von 394 Fällen (35,5 %) war die Mutter Multipara, dabei handelte es sich bei 25,6 % um eine Zweitgebärende, bei 7,4 % um eine Drittgebärende und in 10 Fällen (2,5 %) handelte es sich um eine Viert- und Fünftgebärende.

Der mittlere Wert der Parität betrug

$\bar{x} = 1,5 \pm 0,77$.

Von 394 Geburten waren 286 Spontangeburten (72,6 %), in 11 Fällen (2,8 %) wurde eine Vacuumextraktion durchgeführt und 90 Geburten (22,8 %) waren Zangengeburten.

Das mittlere Geburtsgewicht in N = 394 Fällen betrug $\bar{x} = 3397 \pm 483$ g. In 9 Fällen lag eine Frühgeburt ($\leq$ 2500 g) vor (2,28 %), in ebenfalls 9 Fällen überschritt das Geburtsgewicht 4500 g.

Die mittlere Schwangerschaftsdauer in 379 Fällen (N = 15 ohne sichere Angabe) betrug 40 $\pm$ 1,5 Wochen. 10 Geburten (2,67 %) fanden zwischen der 32 und 36 SSW, 36 Geburten in der 37. und 38. SSW statt.

Das mittlere Alter der 394 Frauen betrug 26,3 $\pm$ 5,2 Jahre.

2.2 Methodik der Auswertung

Die letzten 120 Minuten von 394 Kardiotokogrammen (ca 46.000 Minuten) wurden manuell ausgewertet.[1] Registriert wurden sowohl die Phänomene der basalen fetalen Herzfrequenz (FHF) als auch die Herzfrequenzalterationen (d. h. Akzelerationen und Dezelerationen).

Zur Charakterisierung der basalen FHF wurden im Minutenabstand die mittlere Frequenz, die Oszillationsamplitude und die Oszillationsfrequenz ermittelt (Abb. 3).

Die mittlere Frequenz der FHF pro Minute wurde mit Hilfe eines durchsichtigen Lineals geschätzt.

Für die Messung der Oszillationsamplitude wurde eine spezielle Schublehre entwickelt (Abb. 2), die ein rasches und exaktes Ausmessen der Oszillationsamplitude, d.h. der Bandbreite ermöglichte. Computerintern wurde die in Millimeter gemessene Bandbreite in Schläge pro Minute (SpM) umgerechnet (1 mm = 2 SpM).

---

[1] Herrn Brühl, Fräulein Holzhauser und Fräulein Mietzner sei für die Mitarbeit bei der Auswertung gedankt.

Bei der Einteilung der Oszillationsamplituden verwandten wir die Typenbezeichnungen von Hammacher, die nachfolgend noch einmal kurz skizziert sind:

Typ 0: Silente FHF
Schwankungen mit einer Amplitude unter 5 SpM

Typ I: Eingeengt undulatorische FHF:
FHF-Schwankungen mit einer Amplitude von 5 - 9 SpM

Typ II: Undulatorische FHF:
FHF-Schwankungen mit einer Amplitude von 10 - 24 SpM

Typ III: Saltatorische FHF:
Fetale Herzfrequenzschwankungen mit einer Amplitude über 25 SpM.

Ferner wurde die Oszillationsfrequenz pro Minute ausgezählt.

Für jede CTG-Minute wurde die Anzahl der erkennbaren Oszillationen[1], die "Oszillationsfrequenz", (Makrofluktuation nach Fischer) ausgezählt (Abb. 4). Dies entsprach statistisch der Anzahl der Nulldurchgänge pro Minute; im Einzelfall konnte Anzahl der Oszillationen pro Minute (N) und Anzahl der Nulldurchgänge (n) durchaus verschieden sein:

N = n
N = n + 1
N = n - 1.

Dies je nachdem wo die Schwingung, d.h. Oszillation, willkürlich von der Minutenbegrenzung unterbrochen wurde.

---

[1] Hammacher versteht unter "Oszillation" eine gesamte Sinusschwingung (0^{o} - 360^{o}), also die Folge von Hoch (Tief) punkt und Tief (Hoch) punkt, bezogen auf eine virtuelle Nullinie; diese Definition impliziert, daß jeder Hochpunkt auch von einem Tiefpunkt gefolgt wird; dies ist keineswegs immer der Fall, trifft jedoch statistisch zu; demzufolge entspricht die Oszillationsfrequenz nach Hammacher der bisher verwandten "Oszillationsfrequenz" dividiert durch 2. Wir haben bewußt alle Hoch- und Tiefpunkte ausgezählt, da das Oszillationsgeschehen so noch präziser erfaßt wird. Diese Art der Betrachtung geht zurück auf Roemer (54, 55, 57, 58), findet sich aber auch bei Fischer (13).

Wichtig war die Bewertung von angebrochenen Minuten, d. h. Minuten, in deren Verlauf die Grundlinie (BL) durch eine Herzfrequenzalteration unterbrochen wurde.

In diesem Fall wurden die Parameter OA und OF nicht mehr bewertet (auf 99 gesetzt), da diese für den Zeitraum einer Minute definiert sind. Eine "Hochrechnung" erschien uns aufgrund der geringen Anzahl der Ereignisse nicht zulässig. Die mittlere Frequenz hingegen wurde in den Fällen registriert und bewertet, in denen die BL für mindestens 30 Sekunden ununterbrochen vorhanden war.

Wir gingen davon aus, daß sich das mittlere Frequenzniveau, welches aus $\approx 140 : 2 = 70$ Einzelfrequenzen gebildet wird, in dieser halben Minute nicht wesentlich verändert hätte, wenn die Dezeleration (Akzeleration) wenig später eingesetzt hätte. Kürzere CTG-Abschnitte wurden nicht bewertet. Ein Kompromiß war bei dieser Art der semi-quantitativen Erfassung unumgänglich.

Neben diesen Parametern für die Beschreibung der BL-Phänomene wurden auch die Herzfrequenzalterationen erfaßt. Hierbei wurde Beginn und Ende in SpM abgelesen sowie die Tiefe und die Dauer in Millimeter gemessen (Steckzirkel). Ferner wurde der Typ jeder Herzfrequenzalteration in einem 30 Positionen umfassenden Schlüssel qualitativ d. h. rein deskriptiv erfaßt (z.B. variable Dezeleration mit initialer Akzeleration, dip I etc.) (Siehe Anlage Nr. 1). Diese Beschreibung erfolgte analog der Nomenklatur von Hon, Hammacher und Caldeyro-Barcia, die Fischer (13) sehr übersichtlich zusammengestellt hat.

Akzelerationen gingen erst dann in die Bewertung als Herzfrequenzalterationen ein, wenn sie länger als 30 Sekunden dauerten. Bei silentem oder eingeschränkt undulatorischem Frequenzgang mußten sie eine Tiefe aufweisen, die die Bandbreite um das Doppelte übertraf. Wurden indes zwei aufeinanderfolgende Akzelerationen durch einen kurzdauernden (kleiner 10 Sekunden) Abfall zur BL voneinander

getrennt, so wurden sie als eine einzelne Akzeleration bewertet.

Für die Bewertung der Dezelerationen stellten wir die folgende Bedingung auf:
Auch die Dezeleration muß bei silentem oder eingeschränkt undulatorischem Frequenztyp

a) in ihrer Tiefe die doppelte Bandbreite übertreffen
b) und zumindest 30 Sekunden dauern.

Lag indes eine undulatorische oder saltatorische OA vor, so war das Kriterium a nicht zwingend. Analog zu der Bewertung der Akzelerationen wurden zwei Dezelerationen als eine bewertet, solange ein etwaiger intermittierender Frequenzanstieg nicht länger als 10 Sekunden dauerte.

Ein Sonderfall einer Dezeleration war die kurzfristige Dezeleration i.S. eines "sporadic change" (Fischer), welches als Begleitphänomen bei Kindsbewegungen gilt.

Auswertung:

Im Anschluß wurde ein klinischer Erhebungsbogen erstellt (Anlage 4). Dabei wurden von der Mutter folgende Angaben erhoben:

Alter
Parität
Erkrankungen, Art der Erkrankungen
Geburtsverlauf:
- Dauer der Einleitungsperiode
- Dauer der Austreibungsperiode
- Medikamente sub partu
- Anaestetika sub partu
- Anwendung von wehenhemmenden und wehenfördernden Mitteln
- Besonderheiten der Kindesentwicklung (Forceps, Vakuum)

Darüberhinaus wurden vom Kind folgende Daten erhoben:

PH_{NA}, PH_{NV}

PO_2 NA, PO_2 NV

PCO_2 NA, PCO_2 NV

Gewicht / [g]

Größe / [cm]

Geschlecht

Apgar nach 1 und nach 5 Minuten

Darüberhinaus wurden Angaben zur Morphologie der Placenta, zur Fruchtwasserbeschaffenheit und Nabelschnurkomplikationen erhoben.

Nach der manuellen Erhebung der Daten wurden diese alphanumerisch verschlüsselt, auf Lochkarten (24/Fetus) übertragen, in numerische Werte zurücktransformiert, eingehend elektronisch geprüft und in einer Datei mit direkter Zugriffmöglichkeit (Magnetplatte) gespeichert. Die gewählte Art der Verschlüsselung ermöglichte ein raumsparendes Abspeichern, so daß die gesamten CTG-Informationen auf 25 Lochkarten untergebracht werden konnten (12 Lochkarten für die Variablen der Grundlinie, 12 Lochkarten für die Frequenzalterationen und eine Lochkarte für die klinischen und biochemischen Parameter).

Wesentlich ist, daß die 120 CTG-Minuten pro Fetus in 12 Zeitkompartimente à 10 Minuten aufgeteilt wurden. Dies ermöglichte computerintern die isolierte Auswertung zusammenhängender Kompartimente oder auch nur die partielle Bewertung der CTG's.

Die für die Datenauswertung nötigen Programme wurden von PD Dr. Roemer, UFK Tübingen, entwickelt und anschließend nach den spezifischen Bedürfnissen dieser Arbeit modifiziert. Die Programme sind in Fortran geschrieben und benötigen einen Hauptspeicherraum von 2 20 k. Uns stand das IBM-System 370/135 der chirurgischen Universitätsklinik Tübingen zur Verfügung. [2]

---

[2] Für die ausgezeichnete Zusammenarbeit mit dem Zentrum für Datenverarbeitung sei Herrn Prof. Leo Koslowsky, Herrn Juranek und Herrn Federsel sehr herzlich gedankt.

3. Hauptteil

3.1 Über die Beeinflussung der Oszillationsamplitude und der OA-Verteilungsmuster durch Nabelschnurkomplikationen

Bei der Untersuchung medikamentöser und nabelschnurbedingter Interferenzen wurden in dieser Arbeit die letzten 30 Minuten ante partum untersucht, um einen möglichst engen zeitlichen Zusammenhang zwischen der Basis-FHF und dem Zustand des Neonaten zu erreichen und hierdurch bedingt eine möglichst enge Verbindung kardiotokographischer Phänomenen mit den biochemischen Parametern des Feten zu erhalten.

Im Rahmen der Erhebung der klinischen Daten wurden die Nabelschnurkomplikationen registriert und beschrieben (Hals, Körper, Extremitäten etc.) (Anlage 2). Bei dieser Auswertung unterschieden wir lediglich, ob eine solche Komplikation vorlag oder nicht.

Um die Einflüsse von Nabelschnurkomplikationen quantifizieren zu können, führten wir den ersten Teil unserer Untersuchung im Bereich $pH_{NA} > 7.20$ durch, um etwaige hypoxisch oder

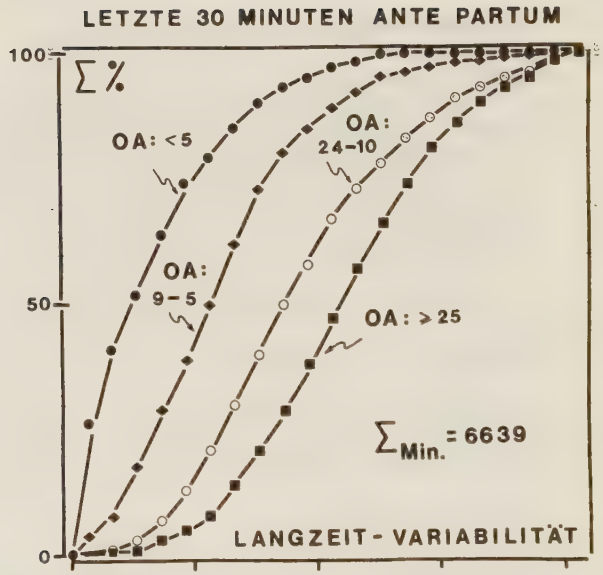


Abb. 6: Aufteilung entsprechend den Oszillationstypen nach Hammacher von 6.639 CTG - Minuten (N = 394; 30 Minuten ante partum). Alle Verteilungen sind nicht normal verteilt und unterscheiden sich hochsignifikant voneinander (Kolmogorov - Smirnov)

Kollektiv Nr.	pH_{NA}	NS	MED	pH_{NA} $\bar{x}$	pH_{NA} N	BB (SpM) $\bar{x}$	BB (SpM) SD	BB (SpM) n	t-Test	Verteilung in % ⩾25	24-10	9-5	0-4SpM	Chi^2
1	> 7,20	±	±	7,281	279	21,4	13,4	5436		31,3	55,0	11,0	2,6	
2	> 7,20	-	±	7,286	171	22,3	13,7	3385	t=4,34	33,8	53,3	10,4	2,4	0,3 n.s.
3	> 7,20	+	±	7,271	93	20,6	12,8	1784		26,8	58,6	12,0	2,5	0,98 n.s.
4	> 7,20	-	-	7,300	26	21,8	13,4	472	t=4,37	30,4	56,1	10,1	3,3	0,80 n.s.
5	> 7,20	+	-	7,272	17	17,9	10,6	322		22,1	60,8	13,5	3,5	3,31 n.s.
6	⩽ 7,20	±	±	7,137	90	22,7	15,7	1518		36,3	48,5	12,1	3,0	1,74 n.s.
7	⩽ 7,20	-	±	7,135	36	23,0	15,9	620	t=0,36	38,0	46,8	12,6	2,5	2,89 n.s.
8	⩽ 7,20	+	±	7,136	50	22,6	15,6	816		35,4	49,1	11,7	3,6	1,60 n.s.

Tabelle 1: Einfluß von Nabelschnurkomplikationen auf die OA

acidotisch bedingte Interferenzen möglichst von vorneherein zu eleminieren.

Aus diesen Überlegungen heraus erstellten wir das Kollektiv 1.2 (Tabelle 1, Kollektiv 2) ($pH_{NA} > 7.200$, N = 171, $\bar{x} = 7.286$). In diesem Kollektiv wurden 171 Fälle zusammengefaßt, bei denen nachweislich keine Nabelschnurkomplikation vorgelegen hatte. Dies verglichen wir mit dem Kollektiv 1.3 ($\bar{x} = 7.271$, N = 93), in dem 93 Fälle mit einer nachgewiesenen Nabelschnurkomplikation zusammengefaßt waren.

Wir beobachteten eine hochsignifikante Einengung der mittleren Oszillationsamplitude bei Vorlage einer NS-Komplikation von 22.3 $\pm$ 13.7 SpM auf 20.6 $\pm$ 12.8 SpM ($\alpha < 0,001$, t = 4.34). Diese Einengung der Bandbreite wurde begleitet von einer deutlichen Reduktion der saltatorischen Oszillationen von 33.8 % auf 26.8 %, ein Befund, der im Chi-Quadrat-Test jedoch nicht signifikant war. Analog zum Vergleich der Kollektive 1.2 und 1.3 führten wir einen Vergleich der Kollektive 1.4 und 1.5 durch. Hierbei wurden außerdem noch alle

Fälle eleminiert, in denen intrapartal zentral wirksame Medikamente (siehe Seite33) appliziert worden waren, um etwaige zentrale Einflüsse auf das CTG auszuschalten.
(1.4 : $\bar{x}$ = 7.300, N = 26, ∅ Medikamente, ∅ Nabelschnurkomplikation) (1.5 : $\bar{x}$ = 7.27, N = 17, ∅ Medikamente, nachgewiesene Nabelschnurkomplikation).

Auch hier stellten wir eine hochsignifikante ($\alpha < 0.001$, t = 4.37) Einengung der mittleren Oszillationsamplitude von 21.4 $\pm$ 13.4 SpM auf 17.9 $\pm$ 10.6 SpM bei Vorliegen einer Nabelschnurkomplikation fest. Hiermit korrespondierte die deutliche Reduktion der Minuten mit saltatorischen Oszillationen. Die Verschiebung der einzelnen OA-Typen erreichte im Chi-Quadrat-Test jedoch nicht das angestrebte Signifikanzniveau von $\alpha < 0.01$.

Durch einen Vergleich der Kollektive 1.7 ($pH_{NA} \leq 7.200$, N = 36, ∅ Nabelschnurkomplikation) und 1.8 ($pH_{NA} \leq 7.200$, N = 50, nachgewiesene Nabelschnurkomplikation) versuchten

wir festzustellen, ob diese Beobachtungen auch unter dem Einfluß hypoxischer Interferenzen bestehen blieben.
Bei dem Vergleich der beiden Kollektive konnten wir tendentiell gleichartige Ergebnisse beobachten, die jedoch deutlich abgeschwächt waren und im Chi-Quadrat-Test nicht signifikant erschienen.

Wir stellten fest, daß die fixen Verteilungsmuster der OA in der vorgegebenen Form keine prognostische Aussage hinsichtlich einer NS-Komplikation zuließen.

Wir beobachteten beim Vorliegen einer NS-Komplikation eine hochsignifikante Einschränkung der mittleren Oszillationsamplitude, die mit einem Rückgang der "saltatorischen" OA korrespondierte.

Diese Beobachtungen ließen sich aber im Bereich $pH_{NA} \leqslant 7.200$ nicht mehr nachweisen.

Das Verhalten der Oszillationen vom Typ 0 ergab keinerlei Aufschlüsse über eine etwaige NS-Komplikation.

Zusammenfassung:

Wir stellten fest, daß eine Einschränkung der mittleren Oszillationsamplitude und der Rückgang der "saltatorischen" OA Hinweise auf das Vorliegen einer NS-Komplikation geben können.

Diese Befunde ließen sich unter dem Einfluß fetaler Azidämie nicht mehr nachweisen. Diese Tatsache ist vermutlich dadurch zu deuten, daß bei allen Feten die Oszillationsamplitude eingeschränkt wird.

3.2 Über die Beeinflussung der Oszillationsamplitude und der OA-Verteilungsmuster durch intrapartale Medikamentenapplikation

Um den Einfluß der intrapartalen Medikamentenapplikation quantifizieren zu können, untersuchten wir die 394 Fälle dahingehend, ob eine Einnahme zentral wirksamer Pharmaka intrapartal stattgehabt hatte. Zu diesen Pharmaka, die sowohl in der UFK Basel als auch in der UFK Tübingen verwandt wurden, zählten wir die folgenden Präparate: Dolantin, Valium, Psyquil und jede Form der Narkose (eine Kurznarkose anläßlich eines Beckenausgangsforceps wurde dabei nicht berücksichtigt, N = 8; operative Schnittentbindungen waren in diese Untersuchung nicht mit einbezogen worden).

Kollektiv Nr.	pH_{NA}	NS	MED	pH_{NA} $\bar{x}$	pH_{NA} N	BB (SpM) $\bar{x}$	BB (SpM) SD	BB (SpM) n	t-Test	Verteilung in % ⩾ 25	Verteilung in % 24-10	Verteilung in % 9-5	Verteilung in % 0-4SpM	Chi^2
1	> 7,20	-	-	7.281	279	21,4	13,4	5436		31,3	55,0	11,0	2,6	
2	> 7,20	±	-	7,288	46	20,3	12,4	861	t=2,21	27,4	57,5	11,3	3,7	1,07 n.s.
3	> 7,20	±	+	7,278	213	21,4	13,5	4221		31,2	55,1	11,0	2,6	1,43 n.s.
4	> 7,20	-	-	7,300	26	21,8	13,4	472	t=0,58 n.s.	30,4	56,1	10,1	3,3	0,31 n.s.
5	> 7,20	-	+	7,284	132	22,2	13,8	2655		33,7	53,1	10,6	2,5	0,27 n.s.
6	⩽ 7,20	±	±	7,137	90	22,7	15,7	1518		36,3	48,5	12,1	3,0	1,74 n.s.
7	⩽ 7,20	±	-	7,151	11	22,8	14,3	183	t=1,36 n.s.	34,2	50,0	14,5	1,2	2,59 n.s.
8	⩽ 7,20	±	+	7,132	39	22,6	15,9	633		35,8	48,9	10,8	4,3	2,44 n.s.

Tabelle 2: Einfluß intrapartaler Medikamentenapplikation auf das Oszillationsmuster

Wir gingen davon aus, daß bei zentral wirksamen Pharmaka eine Beeinflussung des CTG's möglich war und suchten diese zu ermitteln.

Um neben den Pharmaka induzierten Effekten auch die hypoxischen Interferenzen zu eleminieren, wurde ein Kollektiv von Feten erstellt, deren Mütter keine zentral wirksamen Medikamente intrapartal erhalten hatten und deren $pH_{NA} > 7.200$ betrug (Tabelle 2, Kollektiv 2 : $\bar{x} = 7.288$, N = 46). Untersucht wurden hierbei die letzten 30 Minuten ante partum.

Zum Vergleich erstellten wir hierzu ein Kollektiv 2.3, bei dem neben der Eleminierung der acidotischen und hypoxischen Einflüsse ($pH_{NA} > 7.20$) in allen Fällen nachweislich eine intrapartale Medikamentenapplikation stattgefunden hatte. (Tabelle 2, Kollektiv 3, $\bar{x} = 7.278$, N = 213).

Die mittlere Oszillationsamplitude nahm geringfügig von 20.3 ± 12.4 SpM auf 21.4 ± 13.5 SpM zu bei Vorlage einer intrapartalen Medikamentenapplikation. ($\alpha < 0.05 : t = 2.21$)

Dieser Befund erreichte im t-Test nicht das angestrebte Signifikanzniveau von 1 %-Irrtums-wahrscheinlichkeit.

Analog dazu nahm der Anteil der "saltatorischen" OA vom Typ III von 27,4 % auf 31,2 % zu, bei einem relativ gleichbleibendem Anteil der OA vom Typ II und vom Typ I.
Die Veränderung der OA-Typen imponierte im Chi-Quadrat-Test nicht signifikant.

Analog hierzu führten wir einen Vergleich der Kollektive 2,4 und 2,5 durch. Aus diesen Kollektiven waren noch zusätzlich alle Fälle mit einer Nabelschnurkomplikation eliminiert worden, um etwaige hierdurch bedingte Veränderungen der CTG's zu vermeiden.

Wir beobachteten hier eine nicht signifikante Zunahme der mittleren Oszillationsamplitude von 21,8 $\pm$ 13,4 SpM auf 22,2 $\pm$ 13,8 SpM bei Vorlage einer Medikamentenapplikation.

Die Veränderungen der OA-Typen waren im Chi-Quadrat-Test nicht signifikant.

Im Anschluß hieran wurde durch den Vergleich der Kollektive 2.7 und 2.8 geprüft, ob unter dem Einfluß hypoxischer und acidotischer Einwirkungen ($pH_{NA} \leq 7.20$) Veränderungen durch eine intrapartale Medikamentenapplikation nachzuweisen waren.

Eine Überprüfung der mittleren OA ergab im t-Test keine signifikanten Veränderungen.

Auch die Veränderungen des OA-Musters konnten mittels Chi-Quadrat-Test nicht signifikant nachgewiesen werden.

Bei der Bewertung des Vergleichs der Kollektive 2.7 und 2.8 muß der Autor jedoch eine Einschränkung machen: Es war hier nicht möglich, etwaige Einflüsse bedingt durch eine Nabelschnurkomplikation zu eleminieren, da dies die Kollektive zu stark reduziert hätte und damit eine statistische Überprüfung nicht mehr möglich gewesen wäre.

Es blieb festzustellen, daß lediglich eine Zunahme der mittleren OA bei Vorlage einer Medikamentenapplikation beobachtet werden konnte ($\alpha < 0.05$, $t = 2.21$).

Diese Veränderung war jedoch nicht konstant und ließ sich unter dem Einfluß hypoxischer Einflüsse ($pH_{NA} \leq 7.20$) nicht mehr nachweisen.

Die Zunahme der saltatorischen OA vom Typ III bei Medikamentenapplikation ließ sich mittels Chi-Quadrat-Test nicht signifikant nachweisen.

Wir waren nicht in der Lage, bestimmte BL-Phänomene auf medikamentöse Einflüsse zentral wirksamer Pharmaka zurückzuführen.

Zusammenfassung:

Wir fanden unter dem Einfluß zentral wirksamer Pharmaka - intrapartal appliziert - in einem azidosefreien Kollektiv eine geringfügige Zunahme der mittleren Oszillationsamplitude. Bei einem ähnlich strukturierten Kollektiv und einem Kollektiv, in dem fetale Azidosen ($pH_{NA} \leq 7.200$) zusammengefaßt waren, ließ sich dieser

Befund nicht nachweisen.

Entgegen den Ergebnissen von Fischer (13) Hammacher (25/26) und Hüter (32) fanden wir keine Einschränkung der OA.

3.3 Über den Einfluß von Hypoxie und Azidose auf das Oszillationsmuster

Methodisch muß besonders darauf hingewiesen werden, daß bei den folgenden Untersuchungen die letzten 60 Minuten ante partum zur Untersuchung herangezogen wurden, um das kontinuierliche Entstehen einer Acidose zu erfassen. Auf diese Weise sollte nicht nur die aktuelle Beeinflussung auf das Herzkreislaufsystem (HKS) des Kindes erfaßt werden, sondern zusätzlich auch etwaige kumulierende Effekte auf den Säure-Basen-Status, die sich im Falle einer reduzierten Kompensationsfähigkeit addieren.

Wir unterteilten die fetalen CTG's in Abhängigkeit vom pH-Wert der Nabelschnurarterie in 6 Untergruppen (Tabelle 3). Es wurde geprüft, ob sich unter dem Einfluß von Hypoxie und Acidose

(Angaben in %)

pH_{NA} / OA	I Alle Fälle	II > 7,35	III ≤ 7,35 > 7,30	IV ≤ 7,30 > 7,25	V ≤ 7,25 > 7,20	VI ≤ 7,20 > 7,10	VII ≤ 7,10
⩾ 25 SpM	25,0	23,9	21,8	25,3	22,4	29,4	26,7
< 25 SpM ⩾ 10 SpM	56,5	59,9	62,2	55,3	57,5	53,5	50,3
< 10 SpM ⩾ 5 SpM	14,8	12,7	13,0	15,8	15,6	13,6	18,4
< 5 SpM	3,7	3,5	3,0	3,6	4,1	3,5	4,6
pH_{NA}	7,240 ± 0,086	7.378 ± 0,016	7,328 ± 0,031	7,278 ± 0,041	7,227 ± 0,022	7,168 ± 0,037	7,064 ± 0,030
Fallzahl	394	32	53	111	77	86	35
min	14905	1359	2167	4223	3047	2978	1131
Chi^2		0,56	1,34	0,1	0,39	1,04	1,89

Tabelle 3: Oszillationstypen nach Hammacher in Abhängigkeit vom pH_{NA}

Veränderungen des Oszillationsmusters ergaben. Zu diesem Zweck wurden die alterationsfreien und auswertbaren Minuten den 12 Oszillationstypen der Oszillationstypenmatrix (OTM, siehe Abb. 5) nach Hammacher (1974) zugeordnet.

Im ersten Teil dieser Untersuchung wurde geprüft, ob eine Veränderung der Oszillationsamplituden i.S. einer veränderten Häufigkeit in Abhängigkeit vom pH_{NA} vorhanden war.

Im weiteren Vorgehen wurden dann entsprechende Veränderungen der Oszillationsfrequenzen geprüft.

Der letzte Teil unserer Analyse beinhaltete dann die gemeinsame Berücksichtigung von OA und OF in Abhängigkeit vom pH_{NA}.

Diese Ergebnisse wurden dem Chi-Quadrat-Test unterworfen. Die jeweilige Irrtumswahrscheinlichkeit wurde ermittelt, als Signifikanzgrenze wurde $\alpha < 0,05$ postuliert.

3.3.1 Die Analyse der Oszillationsamplitude in Abhängigkeit vom pH_{NA}

Die "saltatorischen Oszillationen" (Typ III) (OA $\geqslant$ 25 SpM)

Der Anteil der Oszillationen vom Typ III betrug im Bereich der Gruppen II - V (siehe Tabelle 3), d.h. im Bereich $pH_{NA} > 7.20$, zwischen 21.8 % und 25.3 % der auswertbaren Minuten und wich damit nicht vom Gesamtkollektiv I (N = 394) mit 25 % ab, lediglich im Kollektiv VI ($\bar{x}$ = 7.168) wurde eine Zunahme auf 29.4 % verzeichnet.
Diese Befunde waren im Chi-Quadrat-Test nicht signifikant.

Aufgrund dieser Ergebnisse sahen wir keinen Anlaß, diesen Oszillationstyp als "Gefahrenindikator" einzustufen.

Die "undulatorischen Oszillationen"(Typ II) (25 > OA $\geqslant$ 10 SpM)

Die undulatorischen Oszillationen nahmen von 62.2 % im Kollektiv III ($\bar{x}$ = 7.328) der auswertbaren Minuten auf 53.5 % bzw. 50.3 % in den

Kollektiven VI und VII, d.h. im Bereich $pH_{NA} \leq 7.20$ ab. Aber selbst in den Kollektiven VI und VII nahm dieser Oszillationstyp noch über die Hälfte aller auswertbaren Minuten ein.

Diese Verschiebungen erschienen im Chi-Quadrat-Test nicht signifikant.

Die "eingeschränkt undulatorischen Oszillationen" (Typ I) ($10 > OA \geq 5$ SpM)

Wir beobachteten eine leichte Zunahme dieses Oszillationstyps unter dem Einfluß fetaler Azidämie von 12.7 % im Kollektiv II ($\bar{x} = 7.378$) auf 18.4 % im Kollektiv VII ($\bar{x} = 7.064$). Diese Zunahme imponierte jedoch nicht im Kollektiv VI ($\bar{x} = 7.168$), welches mit N = 86 sehr gut besetzt war.

Diese Veränderungen waren nach Überprüfung mittels Chi-Quadrat-Test nicht signifikant.

Die "silenten Oszillationen" (Typ 0) (OA < 5 SpM)

Der Anteil der Oszillationen vom Typ 0 blieb im Bereich der Kollektive II - VI nahezu unverändert, lediglich im Bereich der Gruppe VII ($\bar{x}$ = 7,064) erfolgte eine Zunahme auf 4,6 %. Diese Veränderung war nach der Überprüfung mittels Chi-Quadrat-Test nicht signifikant.

An dieser Stelle sei bemerkt, daß ein Wert um 1 % lediglich statistisch in Erscheinung tritt, dem Kliniker hingegen nicht auffällig wird. Gehen wir von der Erfahrung aus, daß ca 70 % aller CTG-Minuten auswertbar i.S. einer BL-Beurteilung sind, so bedeutet eine Zunahme von 1 % für den Kliniker das zusätzliche Erscheinen eines Phänomens in 140 CTG-Minuten.

Zusammenfassung:

In dieser Untersuchung wurde geprüft, ob eine Veränderung der Oszillationstypen nach Hammacher unter dem Einfluß fetaler Azidämien

zu beobachten war. Unter steigendem Einfluß von Hypoxie und Azidose beobachteten wir eine geringfügige Zunahme der Oszillationen vom Typ 0, I und III zu Lasten der Oszillationen vom Typ II.
Diese Veränderungen waren im Chi-Quadrat-Test nicht signifikant.
Weder die silenten noch die saltatorischen Oszillationen gaben einen prognostischen Hinweis hinsichtlich einer Azidose.

3.3.2 Das Verhalten der OF in Abhängigkeit vom pH_{NA}

OF $\leq$ 4 / min

Die langsamen Oszillationen nahmen in den Kollektiven II - VI ($pH_{NA} > 7.10$) zwischen 8.5 % und 12.9 % der auswertbaren Minuten ein (Tabelle 4). Unter dem Einfluß von Hypoxie und Azidose nahm der Anteil der Oszillationen in der Gruppe VII ($pH_{NA} \leq 7.10$) auf 18.3 % zu.

Häufigkeit der OF in % ohne Untergruppierung in OA

pH_{NA} / OF	I Alle Fälle	II > 7,35	III ≤ 7,35 > 7,30	IV ≤ 7,30 > 7,25	V ≤ 7,25 > 7,20	VI ≤ 7,20 > 7,10	VII ≤ 7,10
≤ 4/min	11,5	11,2	8,5	11,0	12,9	10,5	18,3
> 4/min <12/min	61,2	63,2	66,1	59,0	59,1	61,6	62,9
≥12/min	27,3	25,6	25,4	30,0	28,0	27,9	18,8
pH_{NA}	7,240 ± 0,086	7.378 ± 0,016	7,328 ± 0,031	7,278 ± 0,041	7,227 ± 0,022	7,168 ± 0,037	7,064 ± 0,030
Fallzahl	394	32	53	111	77	86	35
min	14905	1359	2167	4223	3047	2978	1131
Chi^2		0,18	1,31	0,397	0,26	0,10	6,71

Tabelle 4: Häufigkeit der OF in % unter dem Einfluß fetaler Azidämie

OF > 4 / min
< 12 / min

Der Anteil der mittelschnellen Oszillationen betrug zwischen 59,0 % und 63 % der alterationsfreien und auswertbaren Minuten. Eine pH-Abhängigkeit der Veränderungen konnte nicht beobachtet werden.

OF ≥ 12 / min

Der Anteil der schnellen Oszillationen betrug in den Kollektiven II - VI ($pH_{NA} > 7.10$) zwischen 25,6 % und 30,7 %. Im Bereich des Kollektivs VII ($pH_{NA} \leq 7.10$) imponierte eine deutliche Abnahme des Anteils der schnellen Oszillationen auf 18,8 %. Die Veränderungen im Kollektiv VII erreichten im Chi-Quadrat-Test ($\alpha < 0.10$, Chi-Quadrat = 6,72) nicht das angestrebte Signifikanzniveau.

Zusammenfassung:

In dieser Untersuchung wurde geprüft, ob eine Veränderung der Oszillationsfrequenzen unter dem Einfluß fetaler Azidämien zu beobachten war. Wir stellten unter dem zunehmenden

Einfluß von Hypoxie und Azidose einen Rückgang der Oszillationsfrequenz fest. Dieser Rückgang wurde jedoch erst unter der Einwirkung schwerer fetaler Azidämien ($pH_{NA} \leq 7.100$) deutlich ($\alpha < 0.10$, Chi-Quadrat = 6.71), erreichte aber nicht das angestrebte Signifikanzniveau.

3.3.3 Betrachtungen über die Abhängigkeit der Oszillationsamplituden vom pH_{NA} unter gleichzeitiger Berücksichtigung der Oszillationsfrequenzen

In Ergänzung der vorher gemachten Ausführungen schlüsselten wir in diesem Teil der Arbeit die Oszillationsamplituden nach ihrer Typisierung noch in die Oszillationsfrequenzen auf, ein Vorgehen, welches sich an der Aufteilung analog der OTM nach Hammacher orientierte. Es galt festzustellen, ob innerhalb der OA in Abhängigkeit vom pH_{NA} typische Frequenzverschiebungen in Erscheinung traten. Diese Veränderungen wurden noch einmal mittels Chi-Quadrat-Test auf ihre Signifikanz hin überprüft.

OA ≥ 25 SpM (Angaben in %)

Kollektiv	I	II	III	IV	V	VI	VII
OA Typ III	25,0	23,9	21,7	25,3	22,4	29,4	26,7
OF ≤ 4	0,6	0,4	0,7	0,7	0,5	0,5	1,3
> 4 < 12	13,8	13,6	12,0	13,1	12,4	16,1	16,7
≥ 12	10,6	9,9	9,0	11,5	9,5	12,8	8,7
Chi^2		0,3	0,28	0,32	0,02	0,01	5,83
pH_{NA}	7,240 ± 0,086	7,378 ± 0,016	7,328 ± 0,031	7,278 ± 0,041	7,227 ± 0,022	7,168 ± 0,037	7,064 ± 0,030
Σ_N	394	32	53	111	77	86	35
Σ_n	14905	1359	2167	4223	3047	2978	1131

Tabelle 5: Oszillationsfrequenz innerhalb der OA vom Typ III in Abhängigkeit vom pH_{NA}

I. Die saltatorischen Oszillationen vom Typ III (Tabelle 5) (OA $\geqslant$ 25 SpM)

Der Anteil der saltatorischen Oszillationen vom Typ III betrug innerhalb der Gruppen II - V ($pH_{NA} > 7.20$) zwischen 22.4 % und 25.3 %. In den Kollektiven VI und VII, d.h. unter dem Einfluß hypoxischer Interferenzen ($pH_{NA} \leqslant 7.200$) wurde ein Zuwachs auf 29.4 % bzw. 26.4 % beobachtet.

OF $\leqslant$ 4

Diese Oszillationsfrequenzen traten innerhalb der Gruppen mit einem $pH_{NA} > 7.10$ zwischen 0,4 und 0,7 % auf, lediglich im Kollektiv VII ($pH_{NA} \leqslant 7.10$) trat ein Zuwachs auf 1,3 % auf.

Die Bewertung der langsamen Oszillationen in diesem Bereich ist methodisch als problematisch zu bewerten, da diese Figurenkonstellation zum Großteil unterschwellige Herzfrequenzalterationen

(d.h. solche, die die postulierten Kriterien nicht erfüllten) darstellen und als solche auch unterschiedlich betrachtet werden sollten.

OF $>$ 4
$<$ 12

Die mittelschnellen Oszillationen waren in den acidotischen Kollektiven VI und VII ($pH_{NA} \leqslant 7.20$) am stärksten vertreten gegenüber 13.8 % im Gesamtkollektiv.

Der Zuwachs der saltatorischen Oszillationen entstand hauptsächlich zu Gunsten des Zuwachses der mittelschnellen Oszillationen.

OF $\geqslant$ 12

Unter dem Einfluß fetaler Azidämien ($pH_{NA} \leqslant 7.10$) war ein deutlicher Abfall der schnellen Oszillationen zu beobachten.

Zusammenfassung:

Wir beobachteten unter dem Einfluß fetaler Azidämie ($pH_{NA} \leq 7.200$) einen Anstieg der Oszillationen vom Typ III.

Dieser Zuwachs entstand zu Gunsten der langsamen und mittelschnellen Oszillationsfrequenzen - bedeutet also einen gleichzeitigen Rückgang der OF.

Diese Ergebnisse erreichten im Chi-Quadrat-Test nicht das angestrebte Signifikanzniveau.

OA < 25 SpM
≥ 10 SpM

(Angaben in %)

Kollektiv	I	II	III	IV	V	VI	VII
OA Typ II	56,5	59,5	62,3	55,3	57,9	53,5	50,3
OF ≤ 4	4,4	4,9	3,6	4,1	4,9	3,9	6,3
> 4 < 12	36,9	40,1	43,6	34,6	35,7	35,7	34,5
≥ 12	15,2	14,5	15,1	16,6	17,3	13,9	9,5
Chi^2		0,35	0,77	0,93	0,57	0,10	5,51
pH_{NA}	7,240 ± 0,086	7,378 ± 0,016	7,328 ± 0,031	7,278 ± 0,041	7,227 ± 0,022	7,168 ± 0,037	7,064 ± 0,030
Σ_N	394	32	53	111	77	86	35
Σ_n	14905	1359	2167	4223	3047	2978	1131

Tabelle 6: Oszillationsfrequenz innerhalb der OA vom Typ II in Abhängigkeit vom pH_{NA}

2. Die undulatorischen Oszillationen vom Typ II
($25 > OA \geq 10$ SpM)

Innerhalb der Kollektive II - V (Tabelle 6) betrug der Anteil der undulatorischen Oszillationen zwischen 55.3 % und 65.2 % und nahm unter dem Einfluß hypoxischer und acidotischer Einflüsse auf 53.5 % und 50.3 % in den Kollektiven VI und VII ($pH_{NA} \leq 7.20$) ab.

$OF \leq 4$

Bemerkenswert war der Zuwachs der langsamen Oszillationsfrequenzen im Bereich der Gruppe VII ($pH_{NA} \leq 7.10$) auf 6.3 % gegenüber 4.4 % im Gesamtkollektiv I.

$OF > 4$
< 12

Im Bereich der mittelschnellen Oszillationen ließ sich keine pH-abhängige Veränderung beobachten.

OF > 12

In den Kollektiven VI und VII imponierten unter dem Einfluß der Hypoxie ($pH_{NA} \leq 7.20$) ein deutlicher Rückgang der schnellen Oszillationen von 15.2 % im Gesamtkollektiv I auf 13.8 % bzw. 9.5 % in den Kollektiven VI und VII.

Die Veränderungen der Gruppe VII erreichten im Chi-Quadrat-Test ($\alpha < 0.10$; $Chi^2 = 5.51$) nicht das angestrebte Signifikanzniveau.

Zusammenfassung:

Wir beobachteten unter dem Einfluß fetaler Azidämie einen leichten Rückgang der undulatorischen OA. Dieser Rückgang war mit einem Rückgang der OF verbunden. Dieser Frequenzrückgang erschien unter dem Einfluß schwerer fetaler Azidämien ($pH_{NA} \leq 7.100$) im Chi-Quadrat-Test nur auf dem 10 %-Niveau signifikant ($\alpha < 0.10$, $Chi^2 = 5.51$).

OA < 10 Spm
≥ 5 SpM

(Angaben in %)

Kollektiv	I	II	III	IV	V	VI	VII
OA Typ I	14,8	12,7	13,0	15,8	15,6	13,6	18,4
OF ≤ 4	4,0	3,5	2,5	4,0	4,5	3,7	7,0
> 4 <12	9,5	8,0	9,3	9,9	10,0	8,8	10,8
≥ 12	1,3	1,2	1,2	1,9	1,1	1,1	0,6
Chi^2		0,08	3,10	1,38	0,45	0,06	8,39
pH_{NA}	7,240 ± 0,086	7,378 ± 0,016	7,328 ± 0,031	7,278 ± 0,041	7,227 ± 0,022	7,168 ± 0,037	7,064 ± 0,030
Σ_N	394	32	53	111	77	86	35
Σ_n	14905	1359	2167	4223	3047	2978	1131

Tabelle 7: Oszillationsfrequenz innerhalb der OA vom Typ I in Abhängigkeit vom pH_{NA}

3. Die eingeschränkt undulatorischen Oszillationen vom Typ I

Der Anteil der eingeschränkt undulatorischen OA vom Typ I (Tabelle 7) nahm von 12.7 % im Kollektiv II ($pH_{NA} > 7.35$) auf 18.4 % im Kollektiv VII ($pH_{NA} \leq 7.10$) zu.

OF $\leq$ 4

Im Bereich der Kollektive II - VI betrug der Anteil der langsamen Oszillationen zwischen 2.5 % und 4.5 %. Im Kollektiv VII ($pH_{NA} \leq 7.10$) stieg der Anteil auf 8 % an.

OF $>$ 4
$<$ 12

Für die mittelschnellen Oszillationen war keine Abhängigkeit vom pH_{NA} zu erkennen.

OF $\geqslant$ 12

Im Kollektiv VII betrug der Anteil der schnellen Oszillationen 0,6 % gegenüber 1,3 % im Kollektiv I.

Die Veränderungen der Oszillationen innerhalb der OA vom Typ I waren für die Gruppe VII ($pH_{NA} \leqslant 7,100$) im Chi-Quadrat-Test signifikant ($\alpha < 0,05$) ($Chi^2 = 8,39$).

Zusammenfassung:

Unter dem Einfluß fetaler Azidämie beobachteten wir eine Zunahme der eingeschränkt undulatorischen Oszillationen.

Diese Zunahme war mit einem Rückgang der Oszillationsfrequenz verbunden. Dieser Rückgang war im Chi-Quadrat-Test unter dem Einfluß einer schweren fetalen Azidämie ($pH_{NA} \leqslant 7,100$) signifikant.

OA < 5 SpM (Angaben in %)

Kollektiv	I	II	III	IV	V	VI	VII
OA Typ 0	3,7	3,5	3,0	3,6	4,1	3,5	4,60
OF ≦ 4	2,5	2,3	1,7	2,2	3,0	2,3	3,7
> 4 < 12	1,1	1,1	1,1	1,3	1,0	1,1	0,9
⩾12	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0
Chi^2		0,17	9,33	2,0	1,44	0,17	8,56
pH_{NA}	7,240 ± 0,086	7,378 ± 0,016	7.328 ± 0,031	7.278 ± 0,041	7,227 ± 0,022	7,168 ± 0,037	7,064 ± 0,030
Σ_N	394	32	53	111	77	86	35
Σ_n	14905	1359	2167	4223	3047	2978	1131

Tabelle 8: Oszillationsfrequenz innerhalb der OA vom Typ 0 in Abhängigkeit vom pH_{NA}

4. Die "silenten Oszillationen" vom Typ 0

Der Anteil der silenten Oszillationen vom Typ 0 betrug in den Kollektiven I - VI zwischen 2,4 % und 4,1 % aller alterationsfreien und auswertbaren Minuten und nahm im Bereich $pH_{NA} \leqslant 7,100$ auf 4,6 % zu.

OF $\leqslant$ 4

Der Anteil der langsamen Oszillationen erreichte im Kollektiv VII ($pH_{NA} \leqslant 7,10$) mit 3,7 % sein Maximum.

OF $>$ 4
$<$ 12

Der Anteil der mittelschnellen OF betrug zwischen 0,9 % und 1,3 %. Eine Abhängigkeit vom pH_{NA} lag nicht vor.

OF $\geqslant$ 12

In den Kollektiven VI und VII imponierten unter dem Einfluß der Hypoxie ($pH_{NA} \leqslant 7.20$) ein deutlicher Rückgang der schnellen Oszillationen von 15.2 % im Gesamtkollektiv I auf 13.8 % bzw. 9.5 % in den Kollektiven VI und VII.

Die Veränderungen der Gruppe VII imponierten im Chi-Quadrat-Test signifikant auf dem 10 % - Niveau.

Zusammenfassung:

Wir beobachteten unter dem Einfluß fetaler Azidämie einen leichten Rückgang der undulatorischen OA. Dieser Rückgang war mit einem Rückgang der OF verbunden. Dieser Frequenzrückgang erreichte nicht unter dem Einfluß schwerer fetaler Azidämien ($pH_{NA} \leqslant 7.100$) im Chi-Quadrat-Test das gesetzte Signifikanzniveau ($\alpha < 0.05$).

Zusammenfassung:

Wir stellten fest, daß die Verteilung und Häufigkeit der OA-Typen nach Hammacher keine sicheren Rückschlüsse auf den Säure-Basen-Haushalt des Feten zuließ. Die silenten Oszillationen vom Typ 0 nahmen mit fallendem pH-Wert der Nabelschnurarterie nur geringfügig zu und erschienen nicht signifikant.

Auch die saltatorischen Oszillationen erschienen in unserer Untersuchung nicht als "Gefahrenindikator", sondern nahmen bereits im Gesamtkollektiv 25 % aller dezelerationsfreien und auswertbaren Minuten ein.

Bei der Beurteilung der Oszillationsfrequenz hingegen war eine deutliche Einschränkung der Häufigkeit der Ereignisse in Abhängigkeit vom pH_{NA} zu beobachten. So nahmen unter dem Einfluß einer Azidämie der Anteil der

langsamen Oszillationen deutlich zu.

Wir überprüften diesen Befund, indem wir innerhalb der von Hammacher festgelegten Oszillationstypen die Verteilung der Oszillationsfrequenzen überprüften. Hierbei imponierten innerhalb der Oszillationen vom Typ I ein signifikanter Zuwachs der langsamen Oszillationsfrequenzen unter dem Einfluß der Hypoxie.

Diese Resultate korrespondieren mit Ergebnissen, die Roemer (1977) am selben Kollektiv, aber unabhängig von dieser Untersuchung, vorgenommen hat.

3.4 Über die Frequenzabhängigkeit der Oszillationsamplitude

Um die OA als diagnostischen Parameter bewerten zu können, galt es, weitere mögliche Einflußfaktoren ausfindig zu machen. Dem Kliniker ist die Beobachtung geläufig, daß die großen Oszillationen vorwiegend im bradykarden Frequenzbereich lokalisiert sind (wobei der Bereich von 120 SpM - 160 SpM als normokard bezeichnet wird), während die Tachykardien in der Regel eine Einschränkung der OA nach sich ziehen.

Es galt, diese Beobachtungen zu verifizieren, um das Frequenzniveau als Einflußgröße auf die Oszillationsamplitude darzustellen.

Es wurden hierbei nur CTG-Minuten analysiert, in denen sowohl die Frequenz als auch die OA eindeutig (siehe Seite 21) bestimmbar waren.

Die einzelnen CTG-Minuten wurden aufgrund der mittleren basalen FHF vier unterschiedlichen Frequenzbanden zugeordnet.

F $\leqslant$ 120 SpM

120 < F $\leqslant$ 140 SpM

140 < F $\leqslant$ 160 SpM

160 < F SpM.

Für jede Frequenzbande wurde der Mittelwert und die Varianz der OA ermittelt, der Mittelwertunterschied mittels t-Test und z-Test geprüft, die Verteilungsstruktur der OA dargestellt und verschiedene Percentile dieser Verteilung berechnet.

Alle Verteilungen wurden mit dem Kolmogorov-Smirnov-Einstichprobentest (Kolmo I) auf ihre Struktur hin geprüft; Nullhypothese: H_o = Normalverteilung.

Mit dem verteilungsfreien Kolmogorov-Smirnov-Zweistichprobentest (Kolmo II) wurden die nach dem Frequenzniveau benachbarten Oszillationsamplitudenverteilungen verglichen; Nullhypothese: H_o = gleiche Verteilungsstruktur.

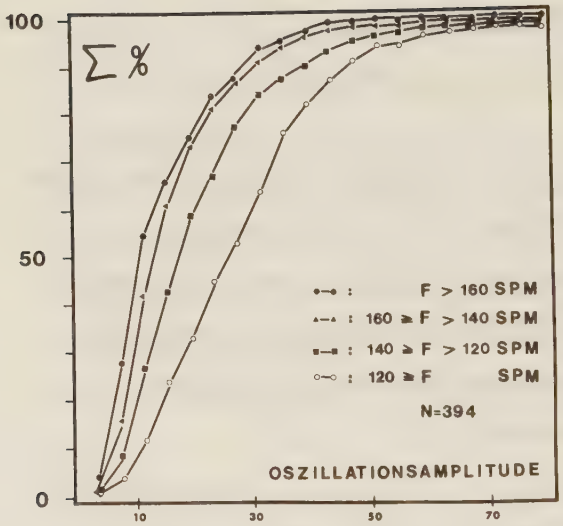


Abb. 7:

Abbildung 7 zeigt vier kumulativ prozentuale Verteilungen der Oszillationsamplitude pro Minute bei vier Frequenzbändern. Es wurden die letzten 60 Minuten ante partum von 394 Feten geprüft. Schon im Überblick wird deutlich die Verschiebung der Verteilungsfunktionen mit abnehmenden Basisfrequenzniveau in den Bereich höherer Oszillationsamplituden sichtbar. Mittelwerte, Standardabweichungen und Signifikanzanalysen sind in der Tabelle 10 aufgeführt.

Kollektive / Frequenzbereich	I alle Fälle	II	III	IV	V	VI	VII	pH_{NA}
F > 160 SpM	16,0 ± 10,7	19,3 ± 11,3	16,5 ± 8,2	16,5 ± 11,7	15,9 ± 8,8	16,3 ± 12,1	13,7 ± 10,0	
	***	n.s.	n.s.	***	*	***	*	Kolmo II
F ≤ 160 SpM	17,5 ± 10,7	18,7	16,7	17,7	17,1	18,5	15,5	
> 140 SpM		± 9,9	± 9,6	± 10,7	± 11,6	± 10,8	± 10,8	
	***	n.s.	***	*	*	n.s.	***	Kolmo II
F ≤ 140 SpM	18,8 ± 11,6	18,0	18,8	19,1	17,1	19,6	20,0	
> 120 SpM		± 9,7	± 11,6	± 12,2	± 10,7	± 12	± 13,1	
	***	***	*	***	***	***	***	Kolmo II
F ≤ 120 SpM	24,6 ± 11,9	24,6 ± 12,4	21,3 ± 12,6	22,2 ± 13,6	25,7 ± 15,4	29,5 ± 17,2	27,0 ± 15,6	
Alle Frequenzen	19,3 ± 12,3	18,9	18,6	19,2	18,7	20,7	19,1	
pH_{NA} ($\bar{X}$ _ SD)	7.240 ± 0,086	7.378 ± 0,016	7.328 ± 0,031	7.278 ± 0,041	7.227 ± 0,022	7.168 ± 0,037	7.064 ± 0,030	
Fallzahl N	394	32	53	111	77	86	35	

Tabelle 9: OA in Abhängigkeit von Frequenz und pH_{NA} (60 Minuten ante partum)

Resultate:

1. Insgesamt waren von 394 x 60 = 23.640 CTG-Minuten 20.199 alterationsfrei und somit auswertbar (85.4 %). Die mittlere Frequenz dieser Minuten betrug 134.7 SpM ± 16.8 SpM. Von diesen 20.199 Minuten waren aber lediglich 14.899 Minuten (73.8 %) für diese Studie zu bewerten (siehe Seite 21), d.h. daß hier sowohl die mittlere Frequenz als auch die OA eindeutig und gleichzeitig bestimmbar waren.

2. Alle vier Verteilungen waren nicht normal verteilt, d.h. sie gehorchten nicht den Gesetzen des Zufalls, die Irrtumswahrscheinlichkeit (α) unter H_0 = Normalverteilung war im Gesamtkollektiv (N = 394) extrem hoch ($\alpha < 0.001$) (Kolmo I).

3. Die vier Verteilungen unterschieden sich hochsignifikant voneinander (Kolmo II) (Abb. 7) (Tabelle 10). Sie entstammten damit nicht ein- und derselben Grundgesamtheit.

Frequenz	Oszillationsampl $\bar{x}$ s	t-Test	Kumulierte Verteilung 5 P.	50 P.	75 P.	95 P.	Kolmo.-Smirnov Kolmo I	Kolmo II
F > 160 bpm	16.02 ± 10.71		4	14	22	38	z=4.64	
		t = 3.73						z=2.76
F ≤ 160 bpm								
F > 140 bpm	17.45 ± 10.71		6	14	22	38	z=8.65	
		t = 4.06						z=2.56
F ≤ 140 bpm								
F > 120 bpm	18.79 ± 11.60		6	16	24	42	z=11.44	
		t = 20.28						z=7.16
F ≤ 120 bpm	24.64 ± 11.94		8	20	30	54	z=6.30	

I. Alle Fälle

pH_{NA} = 7.240 ± 0.086

N = 394

Tabelle 10: Frequenzabhängigkeit der OA

4. Wir beobachteten einen hochsignifikanten Mittelwertunterschied zwischen den vier Verteilungen. Wir stellten eine deutliche Zunahme der mittleren Oszillationsamplitude von 16.0 ± 11.9 SpM im tachykarden Bereich auf 24.6 ± 11.9 SpM im bradykarden Bereich fest (sic).
Bei einem Vergleich der Mediane (50. Perzentile) stellten wir eine Zunahme von 14 SpM im tachykarden Bereich auf 20 SpM im bradykarden Bereich fest.

5. Die prozentuale Verteilung der 14.899 Minuten auf die einzelnen Frequenzbänder bedarf keinerlei Erläuterung, da diese Verteilung maßgeblich von der Struktur der gesamten Stichprobe (Anzahl der Azidosen etc.) beeinflußt wird. Auffallend imponierte jedoch der geringe Prozentsatz von 6.4 % Minuten mit tachykardem Frequenzniveau ($F > 160$ SpM) und der große Anteil (16.9 %) der Minuten mit Bradykardien ($F \leq 120$ SpM).

Zusammenfassend erschein wesentlich, daß die Oszillationsamplitude eindeutig vom Frequenzniveau abhängig ist.

Um einen möglichen Zusammenhang von der pH-Ausgangslage aufzudecken, erstellten wir in Abhängigkeit vom pH_{NA}-Wert sechs Untergruppen und führten mit diesen Kollektiven erneut analoge Berechnungen durch.

Tabelle 9 gibt die gewonnenen Daten wieder. Exemplarisch werden in dieser Untersuchung die Kollektive III und VII aufgrund ihrer pH_{NA}-Verteilung und ihrer Stichprobengröße vorgestellt.

Im Kollektiv III wurden 53 Fälle mit einem pH_{NA} zwischen 7.30 und 7.35 zusammengefaßt ($\bar{x}$ = 7.328 $\pm$ 0.031). (Tabelle 11).

Resultate:

1. 2.167 CTG-Minuten (N = 53 x 60 = 3.180) von 2.815 alterationsfreien Minuten waren auswertbar im Sinne unserer Studie (68.1 %).

	Oszillationsampl.		t - Test	kumulierte Verteilung				Kolmo.-Smirnov	
	$\bar{x}$	SD		5 P.	50 P.	75 P.	95 P.	Kolmo I	Kolmo II
Frequenz									
F > 160 bpm	16.48	8.16		6	14	22	30	z=1.32	
			t = 0.20						z = 0.41
F ⩽ 160 bpm F > 140 bpm	16.71	9.63		6	14	22	34	z=3.46	
			t = 3.68						z = 1.99
F ⩽ 140 bpm F > 120 bpm	18.76	11.55		6	16	32	38	z=4.35	
			t = 3.73						z = 1.397
F ⩽ 120 bpm	21.27	12.61		8	18	26	46	z=3.10	

III pH_{NA} ⩽ 7.35
> 7.30

$\bar{x}$ = 7.328

SD = 0.031

N = 53

Tabelle 11: Frequenzabhängigkeit der OA

2. 3 Verteilungen waren nicht normal verteilt, d.h. sie gehorchten nicht den Gesetzen des Zufalls ($\alpha < 0.001$).
Lediglich für die Verteilungsfunktion der OA im Frequenzbereich F > 160 SpM lag eine exakte Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha = 0.059$ vor.

3. Drei Verteilungen unterschieden sich signifikant voneinander und gehörten damit nicht einer gemeinsamen Grundgesamtheit an ($\alpha < 0.05$) (Kolmo II).
Zwischen den benachbarten Frequenzbanden F > 160 SpM und 160 ≤ F > 140 SpM war keine Unterscheidung möglich. Sie könnten einer Grundgesamtheit entstammen.

4. Der Mittelwertunterschied zwischen den vier Verteilungen war nach dem z-Test in allen Verteilungen signifikant ($\alpha < 0.05$).

Im t-Test imponierte der Mittelwertunterschied zwischen der tachykarden Frequenzbande und der ihr benachbarten nicht signifikant.
Wir beobachteten eine deutliche Zunahme des Mittelwertes von 16.5 ± 8.2 SpM im tachykarden Bereich (F > 160 SpM) auf 21.3 ± 12 SpM im

bradykarden Frequenzspektrum
(F ⩽ 120 SpM).
Beim Vergleich der Mediane (50 Perzentile) beobachteten wir analog eine Zunahme von 14 SpM auf 18 SpM im bradykarden Bereich.

5. Die prozentuale Verteilung der 2.167 CTG-Minuten unterschied sich wesentlich von der des Gesamtkollektivs. Der Anteil der Minuten mit Tachykardie betrug lediglich 3.6 %, der der Minuten mit Bradykardie nahm zu auf 20.2 %. Wir beobachteten auch in diesem Kollektiv die deutliche Abhängigkeit der OA vom Frequenzniveau, wenn auch die Signifikanz ge genüber dem Gesamtkollektiv I abgeschwächt war.

Es galt nun zu untersuchen, wie sich diese Gesetzmäßigkeiten bei einem Kollektiv mit schweren Azidosen darstellen würde. In dem Kollektiv VII wurden 35 Fälle mit einem $pH_{NA} \leqslant 7.100$ ($\bar{x} = 7.064 \pm 0.030$) zusammengefaßt. (Tabelle 12)

	Oszillationsampl. $\bar{X}$	s	t-Test	Kumulierte Verteilung 5P.	50P.	75P.	95P.	Kolmo.-Smirnov Kolmo I	Kolmo II
F > 160 bpm	13,65	± 10,0		4	10	18	31	z=2,15	
			t=1.705						z=1,56
F ≤ 160 bpm > 140 bpm	15,48	± 10,30		5	12	20	36	z=3,25	
			t=5,29						z=2,51
F ≤ 140 bpm > 120 bpm	19,95	± 13,08		6	16	37	44	z=3,14	
			t=5,98						z=3,14
F ≤ 120 bpm	26,94	± 15,59		7	26	34	52	z=1,32 n.s.	

VII pH_{NA} 7,10

$\bar{X}$ = 7,064 ± 0,030

N = 35

Tabelle 12: Frequenzabhängigkeit der Oszillationsamplitude

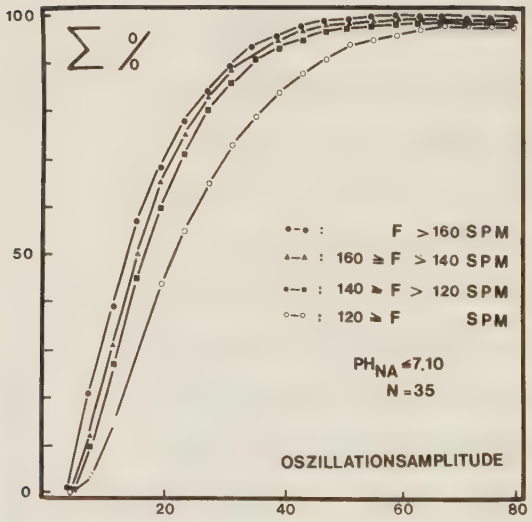


Abb. 8: Siehe Text zu Abbildung 7. Die Mittelwerte, Standard abweichungen und z-Werte sind in Tabelle 12 aufgeführt.

1. Von den 1.684 (35 x 60 = 2.100) alterationsfreien Minuten waren 1.131 Minuten (53,8 %) für diese Untersuchung zu nutzen.

2. Alle vier Verteilungen der OA waren nicht normal verteilt, d.h. sie gehorchten nicht den Gesetzen des Zufalls; die Irrtumswahrscheinlichkeit α unter H_0 = Normalverteilung lag bei drei Verteilungen extrem hoch ($\alpha < 0,001$), lediglich im bradykarden Bereich (F $\leqslant$ 120 SpM) betrug die exakte Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,059$ (Kolmo I).

3. Die vier Verteilungen unterschieden sich signifikant voneinander ($\alpha < 0,05$) (Kolmo II).

4. Der Mittelwertunterschied erschien in allen Verteilungen, sowohl im t-Test als auch im z-Test, signifikant ($\alpha < 0,05$).

Wir beobachteten eine deutliche Zunahme der mittleren OA von 13.7 ± 10 SpM im tachykarden Bereich auf 27.0 ± 15.6 SpM im Bereich F ≤ 120 SpM. Auffällig imponierte die analoge Zunahme des Medians (50 Perzentile) von 10 auf 26 SpM im bradykarden Frequenzspektrum.

5. Der Anteil der Tachykardien betrug 5.8 % der 1.131 Minuten, der Anteil der CTG-Minuten im bradykarden Frequenzbereich ging auf 10.1 % zurück.

Zusammenfassung:

Wir beobachteten eine hochsignifikante Abhängigkeit der OA vom Frequenzniveau. Die Tachykardie war mit einer hochsignifikanten Einschränkung der OA verbunden, während bei Vorlage einer Bradykardie die Bandbreite der FHF deutlich erweitert war. Diese Abhängigkeit blieb auch unter dem Einfluß fetaler Azidämie nachweisbar. Auffallend war der deutliche Rückgang der Minuten mit einer bradykarden Grundfrequenz von 20.2 % im Kollektiv III auf 10.1 % im Kollektiv VII.

Es ist also nicht allein ausreichend, vom saltatorischen oder silenten Oszillationstyp zu sprechen.

Auch der Kliniker muß die Frequenzabhängigkeit dieser Phänomene kennen. Dies gilt sowohl für die Festlegung von "Alarmgrenzen" als auch für die elektronische on-line Verarbeitung von abgeleiteten Variablen, die das Oszillationsgeschehen quantitativ beschreiben.

Bei zukünftigen Untersuchungen wird beispielsweise die Frage zu klären sein, ob die häufige Deutung der saltatorischen OA als "Gefahrenindikator" nicht auf der Tatsache beruht, daß bei Feten mit einem hohen Anteil an Oszillationen vom Typ III nicht auch ein hoher Anteil an Bradykardien vorgelegen hat, welcher dann primär ausschlaggebend für die Prognose war.

Eine gleiche Fragestellung ließe sich hinsichtlich einer gehäuften Koinzidenz von "silenten Oszillationen" und Tachykardien untersuchen.

3.5 Betrachtungen über die pH-Abhängigkeit der Oszillationstypenmatrix nach Hammacher

Bei dieser Untersuchung gingen wir von der Annahme aus, daß OA und OF zwar zwei Seiten ein- und desselben Phänomens sind (Roemer 1977), daß zur vollen Charakterisierung der BL-Phänomene jedoch ein Parameter allein nicht ausreicht. Es galt zu klären, ob überhaupt die Möglichkeit besteht, von BL-Phänomenen auf den Zustand des Feten zu schließen und ob dies durch die Miteinbeziehung beider Parameter eher der Fall sein kann.

In der Klinik hat sich die Beschreibung der BL-Phänomene nach Hammacher (1974) weltweit durchgesetzt. Die diagnostische Validität dieser Ordnungsprinzipien war bis dato kaum an größeren Kollektiven überprüft worden.

In Ergänzung zu den Untersuchungen aus Kapitel 3.3 prüften wir, ob die Hammacher-Matrix typische Veränderungen in Abhängigkeit vom

pH_{NA} hervorbringt. Dieses Vorgehen unterschied sich von dem in Kapitel 3.3 dadurch, daß die OA und die OF gleichrangig in die Bewertung eingingen.
Im Anschluß hieran wurde die prozentuale Häufigkeit der 12 einzelnen Oszillationstypen zum pH_{NA} korreliert.

Es galt festzustellen, ob die 12 Oszillationstypen der Hammacher-Matrix eine unterschiedliche prognostische Aussagekraft besitzen. Darüberhinaus war die Frage zu klären, ob einzelne Oszillationstypen eine "Indikatorenfunktion" bezüglich einer fetalen Gefährdung übernehmen können.

Es gibt bis heute keine Untersuchung die belegt, daß

1. eine solche Einteilung klinisch effektiv ist

2. die gewählten Schranken für OA und OF auch statistisch begründet sind

3. leichte und schwere Hypoxiezustände mit einer solchen Oszillationstypenmatrix klinisch sicherer erkannt und damit vermieden werden können.

3.5.1 Vergleich der Feldbesetzungen

Zuerst wurde geprüft, ob und inwieweit eine Verschiebung der quantitativen Relationen in der Hammacher-Matrix in Abhängigkeit vom pH_{NA} zu beobachten ist. Die absolute und prozentuale Besetzung der einzelnen Zellen wurde bei verschiedenen, nicht miteinander verbundenen Stichproben berechnet. Dabei entsprachen die Amplituden von 5 SpM, 10 SpM und 25 SpM der 3., 14.4. und 67.9. Perzentile der empirischen OA-Verteilung; ($N = 394$; $\sum_h = 6.641$; 30 Minuten ante partum); die Oszillationsfrequenzen von 4 und 12 entsprachen der 13.1 bzw. der 74.3 Perzentile oder OF-Verteilung.

OA/SpM	OF / min ⩽ 4	> 4 ⩽ 12	⩾ 12	
⩾ 25	n = 94 0,6 %	n = 2050 13,7 %	n = 1583 10,6 %	n = 3727 25 %
< 25 ⩾ 10	n = 657 4,4 %	n = 5490 36,8 %	n = 2272 15,2 %	n = 8419 56,5 %
< 10 ⩾ 5	n = 598 4,0 %	n = 1419 9,5 %	n = 192 1,3 %	n = 2209 14,8 %
< 5	n = 365 2,4 %	n = 169 1,1 %	n = 16 1,1 %	n = 550 3,7 %
	n = 1714 11,5 %	n = 9128 61,2 %	n = 4063 27,2 %	n = 14905 100 %

N = 394

$pH_{NA} = 7.24 \pm 0.086$

Σ min = 14905

Tabelle 13: Quantitative Analyse der Hammacher-Matrix

Für die vorliegende Analyse wurden bewußt nur die letzten 60 Minuten ante partum untersucht, da man klinisch in allen Fällen davon ausgehen konnte, daß die terminal zu beobachtende Azidose in dieser letzten Stunde entstanden war.

Resultat:

In Tabelle 13 ist die absolute und prozentuale Besetzung der Zellen mit ihren Randsummen aufgeführt. Diesen Zahlen lagen 14.905 ausgewertete CTG-Minuten zugrunde (100 %), bei denen sowohl die OA als auch die OF eindeutig bestimmbar waren. Das mittlere pH in der Nabelarterie dieser 394 Feten lag bei 7.240 $\pm$ 0.086, das Azidoserisiko ($pH_{NA} \leq 7.200$) betrug 27.1 % bzw. 8.1 % ($pH_{NA} \leq 7.10$).

Aus diesen Zahlen ging Zweierlei hervor:

1. Bestimmte Oszillationsfrequenzen traten bevorzugt bei bestimmten Oszillationsamplituden auf. So ist eine Oszillationsamplitude unter 5 SpM am häufigsten mit einer Oszillationsfrequenz von weniger als vier Ereignissen pro Minute, also weniger als zwei Schwingungen nach Hammacher, zu beobachten (2.44 %) und eine OF von 4 - 11 kam am häufigsten bei der undulatorischen OA vor (36.8 %).
Auf diese Geschehnisse haben wir bereits in Kapitel 3.3 hingewiesen.

2. Es blieb auffallend, daß einige Zellen ganz schwach (1 %) besetzt sind. Von den 12 Zellen sind überhaupt nur 5, also weniger als die Hälfte, mit einer prozentualen Häufigkeit über 5 % besetzt. Dies lag entweder an der noch zu geringen Anzahl schwerer Azidosen in unserem Kollektiv (8.1 %) oder aber an einer ungünstigen Schrankendefinition für die

beiden verwandten Parameter.

Bereits hier galt Skepsis gegenüber der Grenzziehung angebracht. Hier wurden Oszillationstypen definiert, die in einem Kollektiv von 14.905 Minuten nur 16mal vorhanden waren.

Der Vergleich des Gesamtkollektivs I mit einem azidosefreien Kollektiv II (pH_{NA} = 7.378 ± 0.016, N = 35) wies eine nahezu identische Besetzung der Felder auf.

Zur Abklärung etwaiger hypoxischer und azidotischer Interferenzen wurde ein weiteres Vergleichskollektiv erstellt ($7.2 \geqslant pH_{NA} > 7.10$; $\bar{x}$ = 7.168 ± 0.037, N = 86) und dessen Feldbesetzungen mit den anderen beiden Kollektiven verglichen. Wir beobachteten auch hier nur einen geringfügigen Zuwachs der saltatorischen OA und einen Rückgang der undulatorischen Oszillationen.

OA	OF / min ⩽ 4	> 4 - <12	⩾12	
⩾25	n = 15 0,5 %	n = 479 16.1 %	n = 382 12.8 %	n = 876 29.4 %
<25 ⩾10	n = 117 3.9 %	n = 1062 35.7 %	n = 415 13.9 %	n = 1594 53.5 %
<10 ⩾5	n = 111 3.7 %	n = 260 8.7 %	n = 33 1.1 %	n = 404 13.5 %
<5	n = 70 2.3 %	n = 32 1.1 %	n = 2 0.1 %	n = 104 3.5 %
	n = 113 10.5 %	n = 1833 61.6 %	n = 832 27.9 %	n = 2978 100 %

VI n = 2978

pH_{NA} = 7.168 ± 0.037

N = 86

Tabelle 14: Quantitative Analyse der Hammacher-Matrix

OA/SpM	OF/min ≤ 4	> 4 - < 12	≥ 12	
≥ 25	n = 15 1.3 %	n = 189 16.7 %	n = 98 8.7 %	n = 302 26.7 %
< 25 ≥ 10	n = 71 6.3 %	n = 391 34.6 %	n = 107 9.5 %	n = 569 50.3 %
< 10 ≥ 5	n = 79 7.0 %	n = 122 10.8 %	n = 7 0.6 %	n = 208 18.4 %
< 5	n = 79 3.7 %	n = 10 0.9 %	n = 0 0.0 %	n = 52 4.6 %
	n = 207 18.3 %	n = 712 63.0 %	n = 212 18.8 %	n = 1131 100 %

VII. n = 1131

pH_{NA} = 7.064 ± 0.030

N = 35

Tabelle 15: Quantitative Analyse der Hammacher-Matrix

Erst in einem Kollektiv starker Azidosen ($pH_{NA} \leq 7.100$; $\bar{x} = 7.064 \pm 0.030$, N = 35) ließen sich deutliche Umbesetzungen der Einzelfelder nachweisen. So waren alle Felder mit den kleinen Oszillationen (OF $\leq$ 4) in diesem Kollektiv stärker besetzt als in allen Vergleichskollektiven, während die Felder mit den schnellen Oszillationen (OF $\geq$ 12) schwächer besetzt waren als in den vorherigen Vergleichsstichproben. Wir beobachteten also unter dem Einfluß von Hypoxie und Azidose eine deutliche Verschiebung zu den kleinen Oszillationsfrequenzen.

Auch die Oszillationen vom Typ 0 und vom Typ I - hier in den Zeilensummen ablesbar - waren in diesem Kollektiv stärker vertreten als in den Vergleichskollektiven.

Eine Überprüfung dieser Veränderungen in den Matrices mittels Chi-Quadrat-Test imponierte nicht signifikant.

Da die Verschiebungen zwischen den Zellen nur ein geringes Ausmaß annahmen, welches erst unter dem Einfluß starker Acidosen imponierte, konnte der Schluß gezogen werden, daß eine quantitative Analyse für den Kliniker ohne Bedeutung bleibt. Er muß sich auf die Beachtung einzelner Phänomene konzentrieren. Welche am besten geeignet sind, um quasi Indikatorenfunktion übernehmen zu können, soll im Fortgang dieser Arbeit geprüft werden.

3.5.2 Korrelationsanalytische Betrachtungen zur Oszillationstypenmatrix nach Hammacher und dem pH_{NA}

Bei der Untersuchung dieses Zusammenhanges wurden die letzten 60 Minuten ante partum von 394 Feten zur Untersuchung herangezogen. Die 14.905 alterationsfreien und auswertbaren Minuten (63.05 %) wurden entsprechend der OTM (Abb. 5) nach Hammacher eingeteilt. Bei den 12 Prozentwerten, welche die Besetzung der Oszillationstypen nach

Hammacher wiedergaben (Tabelle 13), handelte es sich naturgemäß um echte Variable, deren Verteilung analysiert und die mit der Azidämie im Nabelschnurblut korreliert werden können.

Zuerst wurde eine Rangkorrelationsanalyse (γ, nach Kendall) der Variablen: prozentuales Vorkommen eines "Oszillationstyps" pro Fetus mit dem aktuellen pH in der Nabelarterie durchgeführt, um zu prüfen, ob zwischen diesen beiden Größen eine signifikante Korrelation bestand.

Um dieses Ergebnis auch dem Kliniker vermitteln zu können, ermittelten wir parallel dazu den Korrelationskoeffizienten r nach Pearson. Die Daten erfüllten hierbei die Voraussetzung der Erhebung auf Intervallniveau und die der Unabhängigkeit, darüberhinaus postulierten wir eine Normalverteilung mit Varianzgleichheit, ohne dies zu belegen.

Der Hinweis sei erlaubt, daß selbst wenn alle Voraussetzungen zur Durchführung eines parametrischen Testes gegeben sind, wir die gleichen Angaben auch mittels nonparametrischer Tests bei gleichzeitiger Stichprobenvergrößerung hätten ermitteln können. (Siegel)

Adäquat war in jedem Fall das Ergebnis der Rangkorrelationsanalyse nach Kendall. Um die Ergebnisse konkret anwendbar machen zu können, benötigten wir zusätzlich den Korrelationskoeffizienten r nach Pearson. Erst dies Ergebnis befähigt uns, konkrete Rückschlüsse auf die Dauer des Vorhandenseins eines Oszillationstyps zu ziehen.

Analog dazu wurden der t-Test, die polynominale Regressionsanalyse und der F-Test durchgeführt. Die Befunde wurden lediglich in Einzelfällen herangezogen, um offene Fragestellungen zu klären.

Bei der Betrachtung dieser Ergebnisse gingen OA und OF gleichrangig in die Bewertung ein.

Um auch die prognostische Valenz dieser Parameter in der korrelationsanalytischen Betrachtung isoliert betrachten zu können, wurden parallel zu den vorhergehenden Rechenoperationen Zeilen- und Spaltensummen gebildet und en bloc mit dem pH_{NA} korreliert.

So stellten die Zeilensummen die Oszillationsamplituden dar, bereinigt von den OF-Unterteilungen.

Analog dazu stellten die Spaltensummen die OF dar ohne die OA-Grenzziehungen.

Resultate:

1. Lediglich 5 der 12 Felder imponierten signifikant ($\alpha < 0.05$) in der Rangkorrelationsanalyse nach Kendall (Tabelle 16). Drei Felder im Bereich der kleinen Oszillationen (OF $\leqslant 4$) waren signifikant negativ zum pH_{NA} korreliert. Eine negative Korrelation besagt, daß mit steigender Häufigkeit dieses Oszillations-

OA/SpM \ OF	Frequenz / min ⩽ 4	> 4 < 12	⩾ 12	
	1/1	1/2	1/3	
⩾ 25	γ = -0.1269	γ = -0.1061	γ = -0.06	γ = -0.10367
	z = -1.5187	z = -2.997	z = -1.57	z = -3.0095
	N = 67	N = 358	N = 291	N = 378
	α = 0.064	α = 0.0013	α = 0.058	α = 0.0013
	n.s.		n.s.	
	2/1	2/2	2/3	
< 25	γ = -0.086	γ = 0.093	γ = 0.013	γ = 0.13312
⩾ 10	z = -1.8325	z = 2.7530	z = 0.3647	z = 3.9461
	N = 201	N = 389	N = 316	N = 394
	α = 0.033	α = 0.0030	α = 0.36	α = 0.0001
			n.s.	
	3/1	3/2	3/3	
< 10	γ = -0.1608	γ = 0.093	γ = -0.013	γ = -0.04299
⩾ 5	z = -3.114	z = 0.06546	z = -0.0744	z = -1.1670
	N = 170	N = 304	N = 90	N = 332
	α = 0.0009	α = 0.2578	α = 0.4721	α = 0.1230
		n.s.	n.s.	n.s.
	4/1	4/2	4/3	
< 5	γ = -0.115	γ = 0.048	γ = -0.0631	γ = -0.10042
	z = -1.712	z = 0.6831	z = -0.2852	z = -1.811
	N = 102	N = 92	N = 12	N = 148
	α = 0.0436	α = 0.2483	α = 0.3859	α = 0.0351
		n.s.	n.s.	
	γ = -0.10233	γ = 0.04064	γ = -0.01082	
	z = -2.4681	z = 1.2086	z = -0.3004	
	N = 262	N = 394	N = 346	
	α = 0.0068	α = 0.1131	α = 0.3821	
		n.s.	n.s.	

Tabelle 16: Rangkorrelationsanalyse nach Kendall bestimmter Oszillationsmuster zum pH_{NA} unter Einbeziehung von 60 Minuten ante partum (N = 394)

OA/SpM \ OF/min	⩽ 4	> 4 -< 12	⩾ 12	
	1/1	1/2	1/3	
⩾ 25	r = -0.3452	r = -0.2065	r = -0.0664	r = -0.1727
	t = -2.9660	t = -3.892	t = -1.1310	t = -3.400
	N = 67	N = 358	N = 291	N = 378
	$\alpha <$ 0.01	$\alpha <$ 0.001	$\alpha <$ 0.25 n.s.	$\alpha <$ 0.001
	2/1	2/2	2/3	
< 25	r = -0.0568	r = 0.1511	r = 0.0414	r = 0.2258
⩾ 10	t = -0.8031	t = 3.008	t = 0.7333	t = 4.558
	N = 201	N = 389	N = 316	N = 394
	$\alpha <$ 0.25 n.s.	$\alpha <$ 0.01	$\alpha <$ 0.25 n.s.	$\alpha <$ 0.001
	3/1	3/2	3/3	
< 10	r = -0.1814	r = 0.0183	r = 0.0472	r =-0.0871
⩾ 5	t = -2.931	t = 0.3178	t = 0.4435	t = -1.588
	N = 170	N = 304	N = 90	N = 332
	$\alpha <$ 0.001	$\alpha <$ 0.5 n.s.	$\alpha <$ 0.5 n.s.	$\alpha <$ 0.10 n.s.
	4/1	4/2	4/3	
< 5	r = -0.0083	r = 0.0608	r = -0.0660	r = -0.09379
	t = -0.8296	t = 0.5778	t = -0.2091	t = -1.138
	N = 102	N = 92	N = 12	N = 148
	$\alpha <$ 0.25 n.s.	$\alpha <$ 0.5 n.s.	$\alpha <$ 0.5 n.s.	$\alpha <$ 0.25 n.s.
	r = -0.1359	r = 0.03906	r = 0.0094	
	t = -2.211	t = 0.7740	t = 0.1747	
	N = 262	N = 394	N = 346	
	$\alpha <$ 0.05	$\alpha <$ 0.25 n.s.	$\alpha <$ 0.5 n.s.	

Tabelle 17: Produkt-Moment-Korrelationsanalyse nach Pearson bestimmter Oszillationsmuster zum pH_{NA} unter Einbeziehung von 60 Minuten ante partum (N = 394)

musters ein Abfall des pH_{NA}-Wertes zu erwarten ist. Die stärkste negative Korrelation wurde für das Oszillationsmuster 3/1 (OA 5-9 SpM; OF < 4) [1] beobachtet (γ = -0.1608; z = -3.114; α = 0.0009; N = 170).

Ein Feld 1/2 im Bereich der saltatorischen OA imponierte ebenfalls signifikant negativ (γ =-0.1061; z =-2.997; α = 0.0013; N = 358).

Das Feld 2/2 (OA 10-24 SpM; OF 5-11) zeigte allein eine positive Korrelation zum pH_{NA} (γ = 0.093; z = 2.7530; α = 0.0030; N = 389).

---

[1] Bei der Kennzeichnung der Einzelfelder mit Indices galt die erste Ziffer der Zuordnung einer Zeile (gezählt wurde von oben nach unten); die zweite Ziffer galt der Zuordnung zu einer Spalte (gezählt wurde von links nach rechts). So steht die Kennzeichnung 3/1 für die dritte Zeile (OA 5-9 SpM) und die erste Spalte (OF $\leq$ 4).

In der Korrelationsanalyse nach Pearson fanden wir in drei von fünf Feldern der OTM die Ergebnisse der Rangkorrelationsanalyse nach Kendall bestätigt (Tabelle 17). Die Abweichung fand in den beiden Fällen statt, deren Signifikanz nur auf dem 5 %-Niveau nachgewiesen werden konnte (2/1 und 4/1). Diese Abweichungen waren methodisch bedingt. Die relativ große Streuung in diesem Kollektiv wurde durch die Rangkorrelation eleminiert, kam bei der Produkt-Moment-Korrelationsanalyse nach Pearson jedoch stark zum Tragen.

Statistisch signifikant imponierte der Befund des Feldes 1/1 (OA $>$ 25 SpM; OF $\leq$ 4), der in der Kendall-Rangkorrelationsanalyse nicht signifikant nachgewiesen werden konnte. Aufgrund der nicht nachgewiesenen Voraussetzung der Normalverteilung war jedoch eine Interpretation dieses Befundes unzulässig.

2. Die Rangkorrelationsanalyse der Spalten bestätigte die Ergebnisse von Punkt 2.1. Nur die langsamen Oszillationen (OF $\leq$ 4) waren signifikant zum pH_{NA} (τ = -0.1023; z = -2.468; α = 0.0068; N = 262) (Tabelle 16) korreliert.

Für die beiden anderen Spalten (OF 5-11; OF $\geq$ 12) war kein Bezug zum pH_{NA} darzustellen.

3. Die Rangkorrelationsanalyse der Zeilen ergab für drei der vier Oszillationstypen nach Hammacher einen signifikanten Bezug zum aktuellen pH_{NA}. Die OA vom Typ III und die OA vom Typ 0 waren signifikant negativ zum pH_{NA} korreliert, während die OA vom Typ II hochsignifikant ($\alpha < 0.001$) positiv mit dem pH_{NA} assoziiert war (τ = 0.13312; z = 3.9461; N = 394).

Die Ergebnisse der Zeilen- bzw. Spalten-korrelationsanalyse nach Pearson bestätigten die o. a. Ergebnisse, bis auf die nicht nachzuweisende Affinität der OA vom Typ 0 zum pH_{NA}, diese imponierte nicht signifikant in der parametrischen Teststatistik.

Die saltatorischen OA vom Typ III zeigten eine Assoziation von $\gamma = -0,10367$ bzw. $r = -0,1727$ ($N = 394$) und imponierte damit als stärkster negativer Korrelationskoeffizient. Dies Ergebnis besagt, daß eine Persistenz dieses Oszillationstyps von 10 Minuten einen mittleren Abfall des pH_{NA}-Wertes um 0,008 Einheiten bedingt.

Im Gegensatz hierzu korrelierte die OA vom Typ II mit $\gamma = 0,13312$ bzw. $r = 0,2258$ ($\alpha < 0,001$; $N = 392$) hochsignifikant positiv zum pH_{NA} und konnte somit als

Zeichen kindlicher Vigilanz gedeutet werden.

Die OA vom Typ 0 hingegen als häufig zitierter "Azidose-Indikator" korrelierte nur schwach negativ (τ =-0,1004; α< 0,05; N = 327) zum pH_{NA}, eine Assoziation, die sich in der Korrelationsanalyse nach Pearson nicht mehr nachweisen ließ.

Die Korrelation der langsamen Oszillationen (OF $\leq$ 4) zum pH_{NA} ließ sich signifikant auf dem 1 %-Niveau nachweisen (τ = -0,1023; z = - 2.47 ; α = 0.0068; N = 262).
Alle anderen Spalten erreichten nicht das angestrebte Signifikanzniveau (α = 0,05).

Aus der korrelationsanalytischen Betrachtung lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

1. Die Analyse der Einzelfelder brachte für die Minuten mit niederen Oszillationsfrequenzen (OF $\leq$ 4) eine stärkere Affinität zum

pH_{NA}, als dies für die Minuten mit den "silenten Oszillationen" vom Typ 0 (OA < 5 SpM) der Fall war.

2. Die Einzelfelder waren in toto nur schwach mit dem aktuellen pH_{NA} korreliert. Kein Oszillationstyp bot sich in den hier vorgegebenen Grenzen als "Indikator kindlichen Wohlergehens" oder aber einer Gefährdung an.

3. Bei der en-bloc-Korrelation waren die Zeilen mit den Oszillationsamplituden stärker als die Spalten mit den Oszillationsfrequenzen mit dem aktuellen pH_{NA} korreliert.

Aufgrund der unterschiedlichen Vorzeichen ließ sich vor allem im Bereich der großen OA ein diagnostisches Potential vermuten. (Unterschiedliche Vorzeichen bieten die Möglichkeit einer verstärkten Diskriminierung eines Merkmals.) Dies müßte durch eine statistisch orientierte Generierung der Grenzen überprüft werden.

3.6 Statistisch orientierte Veränderung der Oszillationstypenmatrix

Unseren Bemühungen einer statistisch orientierten Variierung der Hammacher-Matrix zur Beschreibung der Baseline-Phänomene (BL-Phänomene) lagen zwei Argumente zugrunde:

A. Nur mittels einer statistisch orientierten Generierung war es möglich, zu den Grenzen der Hammacher-Matrix Stellung zu nehmen. Die Veränderung der Grenzen und deren Überprüfung anhand eines großen Kollektivs eröffnete die Möglichkeit des Vergleichs.

B. Die Aufteilung der Hammacher-Matrix in 12 Felder ging zu Lasten der Praktikabilität. Da ein Teil der Felder der Matrix nur sehr schwach besetzt war, hielten wir eine Reduktion der 12 Felder-Matrix auf 6 oder gar 4 Felder für vertretbar.

In diesem Sinne reduzierten wir die OA-Grenzen von ursprünglich drei (25 SpM; 10 SpM; 5 SpM) auf zwei und die Schranken zur Unterteilung der Oszillationsfrequenzen von zwei (4 Oszill.; 12 Oszill.) auf eine. Durch diese Einteilung der OA in drei Klassen bzw. der OF in zwei Klassen schränkten wir die Matrix auf 6 Felder ein, vergröberten damit das Raster und unterwarfen sie dann in dieser Form einer statistischen Überprüfung.

Wir führten eine Rangkorrelationsanalyse nach Kendall durch. Bei der statistisch orientierten Generierung galt der Hinweis (Siegel), daß nicht nur die Existenz sondern auch die Stärke eines Zusammenhanges berücksichtigt werden mußte. Für $N \geqslant 10$ konnte die Stichprobenverteilung von τ als normal verteilt angesehen werden. Unter dieser Voraussetzung ($N \geqslant 10$) konnte z berechnet werden, dessen Irrtumswahrscheinlichkeit tabelliert vorlag. Aus diesem Grunde erschien es günstiger z als τ darzustellen, da z sowohl die Existenz wie auch Richtung und Stärke eines Zusammenhanges wiederspiegelt. Die zusätzliche Wiedergabe von τ in zwei Abbildungen

diente lediglich der Verdeutlichung der Stärke eines Zusammenhanges.

Parallel dazu führten wir eine Produkt-Moment-Korrelation nach Pearson (hierbei galten die gleichen Einschränkungen, die wir bereits auf Seite 91 gemacht haben) und eine polynominale Regressionsanalyse durch, deren Ergebnis wir in Einzelfällen zur Verdeutlichung von Zusammenhängen angeführt haben.

Resultate:

1. Im ersten Teil der Generierung fixierten wir die Amplitudengrenzen von 25 SpM und 10 SpM und variierten die Grenze der Oszillationsfrequenzen X_i von i = 1 bis i = 10. So galt im ersten Durchgang für die Oszillationsfrequenzen die Aufteilung OF $\leq$ 1 und OF $>$ 1, im zweiten Durchgang OF $\leq$ 2 und OF $>$ 2 etc.

   Daraufhin wurden die Einzelfelder, die Zeilen und die Spalten nach Kendall auf ihre Affinität

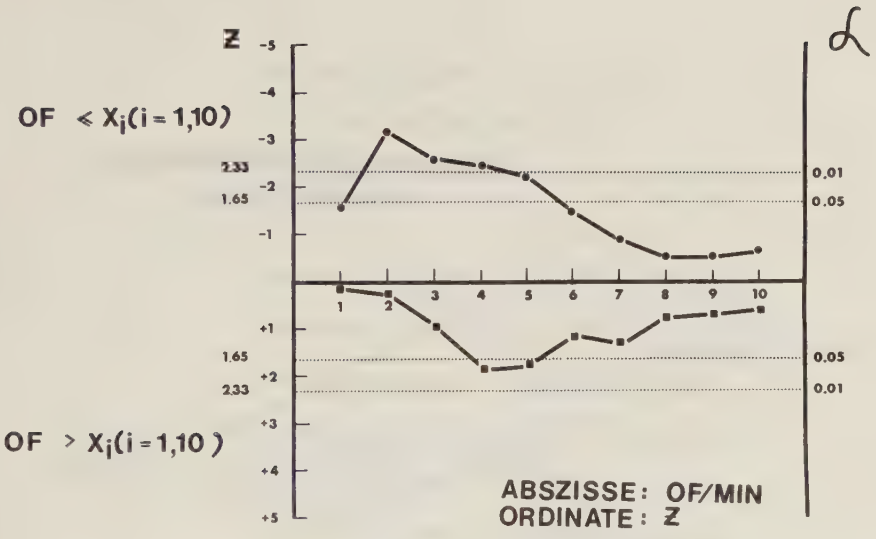


Abb. 9: Die Abbildung 9 gibt die z-Werte der Rangkorrelationsanalyse nach Kendall bei Variierung der Grenzen einer 6-Felder-Matrix wieder zur Beschreibung der BL-Phänomene. Die Grenzen der Amplituden (25 SpM; 10 SpM) sind fixiert; die Oszillationsgrenze X_i wird von i = 1 bis i = 10 variiert. Die Stichprobenverteilung von γ für $N \geq 10$ ist praktisch von einer Normalverteilung nicht zu unterscheiden. Daher kann unter dieser Voraussetzung ($N \geq 10$) z berechnet werden. z ist ein Maß für Stärke und Existenz eines Zusammenhanges und ist für die Irrtumswahrscheinlichkeit α tabelliert. Die z-Werte mit negativem Vorzeichen beschreiben die Korrelation der Spalte $OF \leq X_i$ zum pH_{NA}.
Die z-Werte mit positivem Vorzeichen beschreiben die Korrelation der Spalte $OF > X_i$ zum pH_{NA}.

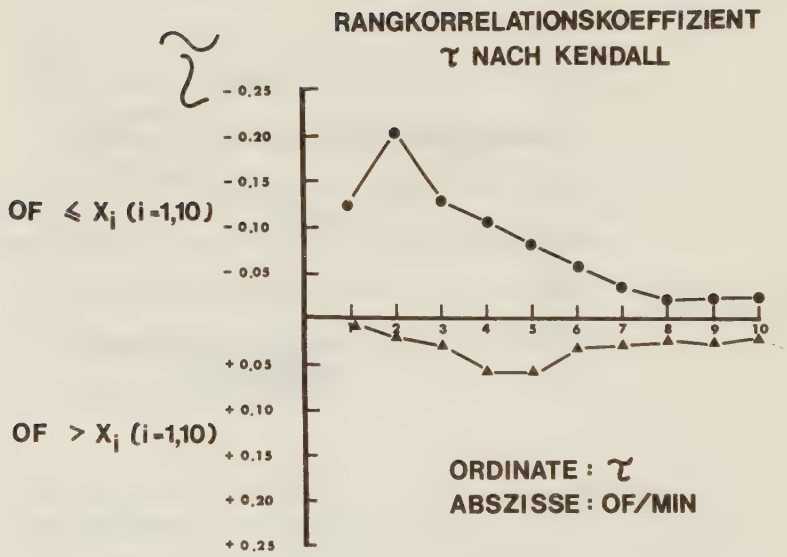


Abb. 10: Siehe Text der Abbildung 9.

Die Korrelationskoeffizienten τ mit negativem Vorzeichen beschreiben die Korrelation der Spalte OF $\leq X_i$ zum pH_{NA}.

Die Korrelationskoeffizienten τ mit positivem Vorzeichen beschreiben die Korrelation der Spalte OF $> X_i$ zum pH_{NA}.

zum pH_{NA} geprüft. Die Ergebnisse der en-bloc-Korrelation der Spalten wurden für τ in Abb. 9 und z in Abb. 10 wiedergegeben.

Deutlich imponierte für die Spalte OF $\leq$ 2 ein hochsignifikantes Ergebnis (τ = -0,2001; z = -3,1994; α = 0,0007; N = 117). Im Vergleich zu dieser Grenzziehung fielen alle weiteren Ergebnisse deutlich ab. Die Spalte OF > 2 imponierte nicht signifikant.

Die Korrelationsanalyse nach Pearson bestätigte dieses Ergebnis (OF $\leq$ 2 : r = -0,2028; t =-2,221 ; $\alpha <$ 0,05; N = 117). Hier imponierte auch die Spalte OF > 2 signifikant positiv (r = 0,1151; t = 2,293; $\alpha <$ 0,05; N = 394).

Bei einer derartigen Stichprobengröße halten wir eine Bewertung entgegen unseren Einwänden auf Seite 91 für zulässig, obwohl τ in der Rangkorrelationsanalyse nach Kendall nicht signifikant erschien.

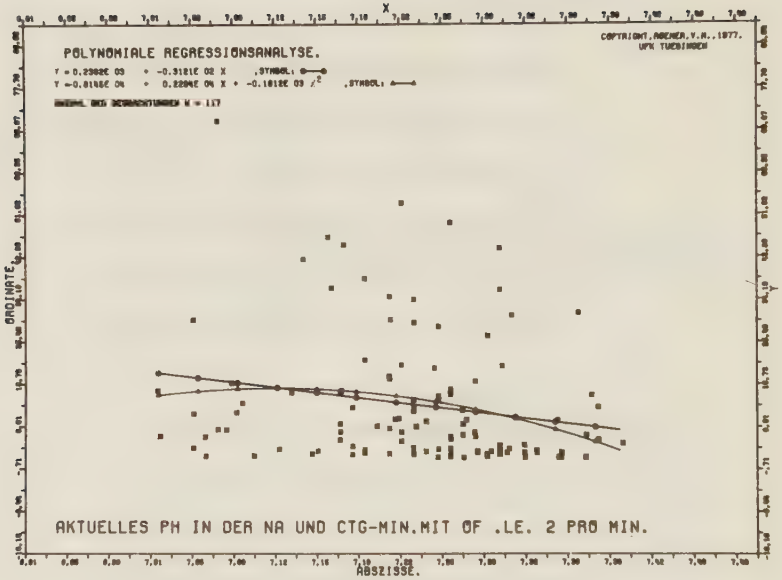


Abb. 11: Darstellung der polynominalen Regressionsanalyse der Variablen aktuelles pH in der Nabelarterie und prozentuale Häufigkeit der OF $\leqslant$ 2 / min.

Ordinate: Aktuelles pH in der Nabelarterie

Abszisse: Prozentuale Häufigkeit OF $\leqslant$ 2 / min

Die Abbildung 11 zeigte die polynominale Regressionsanalyse für die Spalte OF $\leqslant$ 2.

2. Wir wandten unsere Aufmerksamkeit der Variierung der OA bei festgelegter Grenze der OF zu (OF $\leqslant$ 2; OF $>$ 2).
Wir fixierten die untere Grenze von 10 SpM und variierten die obere Grenze (vorher 25 SpM).
Dadurch war die Oszillationsamplitude in drei Klassen aufgeteilt:

$$OA > Xj$$

$$OA \begin{cases} \leqslant Xj \\ > 10\ SpM \end{cases}$$

$$OA \leqslant 10\ SpM.$$

Wir berücksichtigten hier nur die z-Werte der Zeile OA $>$ Xj, da im nachfolgenden Rechengang die Zeile Xj $>$ OA $>$ 10 SpM noch verändert werden sollte. Xj wurde variiert von j = 25 bis j = 45.

Der Rangkorrelationskoeffizient τ nach Kendall erreichte sein Maximum für die Zeile

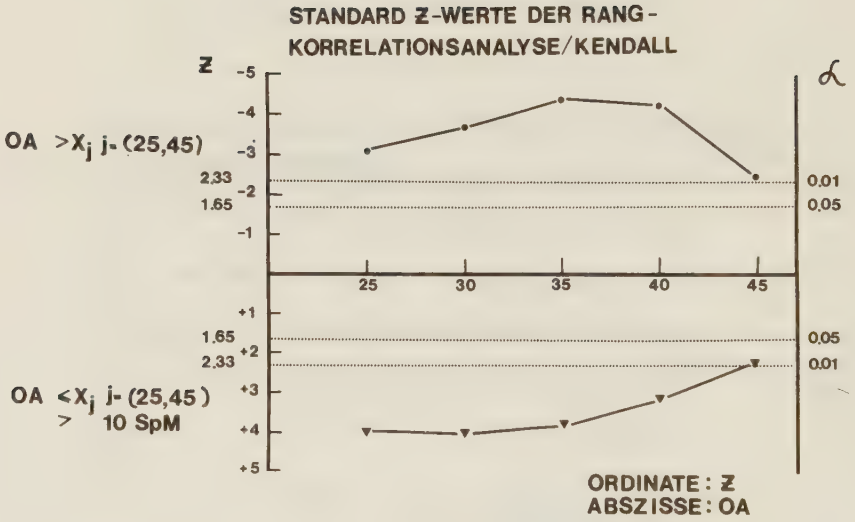


Abb. 12: Die Abbildung 12 gibt die Standard z-Werte der Rangkorrelationsanalyse nach Kendall bei Variierung der 6-Felder-Matrix wieder. Die untere Amplitudengrenze (OA = 10 SpM) und die Oszillationsfrequenzgrenze (OF = 2) sind fixiert. Die obere Amplitudengrenze Xj wird von j = 25 bis j = 45 variiert.

Die z-Werte mit negativem Vorzeichen beschreiben die Korrelation der Zeile OA > Xj zum pH_{NA}.

Die z-Werte mit positivem Vorzeichen beschreiben die Korrelation Xj ≥ OA > 10 SpM zum pH_{NA}.

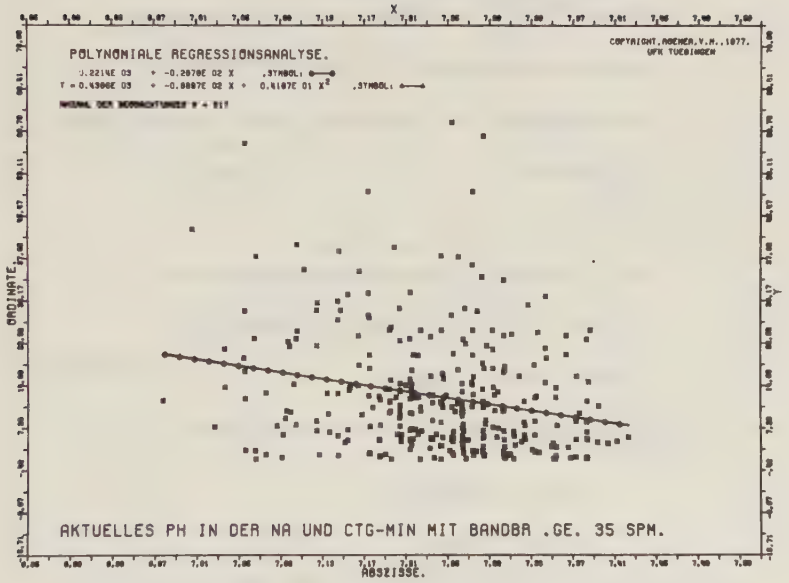


Abb. 13: Die Abbildung 13 stellt die polynomonale Regressionsanalyse der Variablen aktuelles pH_{NA} und prozentuale Häufigkeit von CTG-Minuten mit Amplituden OA > 35 SpM.

Ordinate: Prozentuale Häufigkeit der OA > 35 SpM

Abszisse: Aktuelles pH_{NA}

OA > 35 SpM (γ = -0.16433; z = -4.3645; α < 0.0001; N = 317) (Abbildung 12).
Dieser Befund imponierte auch in der Produkt-Moment-Korrelationsanalyse nach Pearson hochsignifikant. (r = -0.2341; t = -4.274; α < 0.0001).

3. Wir fixierten die Grenze der Amplitude von 35 SpM und variierten die zweite Grenze (vorher OA = 10 SpM).
Unsere Aufteilung sah nun wie folgt aus:

OA > 35 SpM

OA ≤ 35 SpM

> Xj

OA < Xj

Wir variierten Xj im Intervall von 5 SpM bis 20 SpM. Das Ergebnis der Variierung stellte die Abbildung 14 dar. Es lag ein deutliches Maximum von γ und z für den Grenzwert OA = 5 SpM als untere

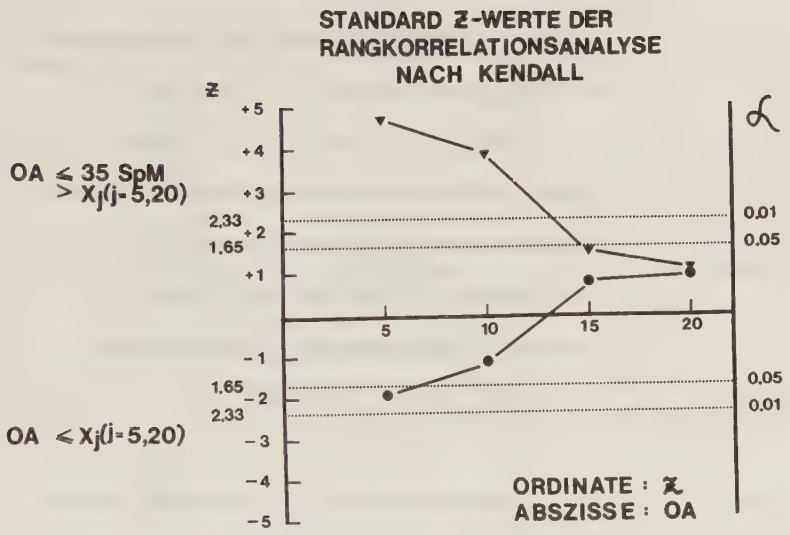


Abb. 14: Die Abbildung 14 gibt die Standard z-Werte der Rangkorrelationsanalyse nach Kendall bei Variierung der 6-Felder-Matrix wieder. Die Oszillationsfrequenzgrenze (OF = 2) und die obere Amplitudengrenze sind fixiert (OA = 35 SpM). Die untere Oszillationsamplitudengrenze Xj wird variiert von j = 5 bis j = 20.

Die z-Werte der oberen Kurve (Dreieck) beschreiben die Korrelation der Zeile $35 \geqslant OA > Xj$ zum pH_{NA}.

Die z-Werte der unteren Kurve (Punkt) beschreiben die Korrelation der Zeile $OA \leqslant Xj$ zum pH_{NA}.

Trennlinie vor.[1] (Abbildung 14).

Die Zeile $35 \geqslant OA > 5$ SpM war hochsignifikant zum pH_{NA} assoziiert. ($\gamma = 0.16076$; $z = 4.7654$; $\alpha < 0.0001$; $N = 394$). Dieser Befund imponierte auch in der Produkt-Moment-Korrelation nach Pearson hochsignifikant ($r = 0.2290$; $t = 4.658$; $\alpha < 0.0001$; $N = 394$). Abbildung 15 demonstrierte die polynominale Regressionsanalyse dieser Zeile.

Die Ergebnisse der Zeile $OA \leqslant 5$ SpM wurden bereits im Zusammenhang mit der 12-Felder-Matrix nach Hammacher diskutiert. Die Tabelle 18 stellte das Ergebnis dieser Analyse in toto dar.

---

[1] In diesem Zusammenhang muß noch einmal der Hinweis angebracht werden, daß die OA in Millimeter erfaßt worden war und computerintern in SpM umgerechnet wurde. (OA / mm x 2 = OA/ SpM). Aus diesem Grund war eine computerinterne Differenzierung zwischen $X < 5$ und $X \leqslant 5$ nicht möglich, diese Differenzierung war nur bei gradzahligen BB möglich.

Oszillationsfrequenz

OA/SpM	Frequenz / min ⩽ 2	> 2	
	1/1	1/2	
> 35	γ = 0.333	γ = -0.1658	γ = -0.16433
	z = 0.0	z = -4.3915	z = -4.3645
	N = 4	N = 315	N = 317
	α = 0.5 n.s.	α < 0.0001	α < 0.0001
	2/1	2/2	
⩽ 35	γ = -0.12844	γ = 0.16680	γ = 0.16076
> 5	z = -1.8638	z = 4.9445	z = 4.7654
	N = 97	N = 394	N = 394
	α = 0.031	α < 0.0001	α < 0.0001
	3/1	3/2	
⩽ 5	γ = -0.17536	γ = 0.02051	γ = -0.10024
	z = -2.0981	z = 0.3502	z = -1.8078
	N = 67	N = 133	N = 148
	α = 0.018	α = 0.3632 n.s.	α = 0.0351
	γ = -0.2001	γ = 0.00632	
	z = -3.1994	z = 0.1872	
	N = 117	N = 394	
	α = 0.0007	α = 0.4247 n.s.	

Tabelle 18: Rangkorrelationsanalyse nach Kendall der 6-Felder-Matrix zum pH_{NA} unter Einbeziehung von 60 Minuten ante partum (N = 394)

	Oszillationsfrequenz Frequenz / min		
OA/SpM	⩽ 2	> 2	
	1/1	1/2	
> 35	r = 0.8172	r = -0.2393	r = -0.2341
	t = 2.005	t = -4.3661	t = -4.274
	N = 4	N = 315	N = 317
	$\alpha < 0.05$	$\alpha < 0.001$	$\alpha < 0.001$
	2/1	2/2	
⩽ 35	r = -0.1805	r = 0.2400	r = 0.2290
> 5	t = -1.788	t = 4.896	t = 4.6581
	N = 97	N = 394	N = 394
	$\alpha < 0.05$	$\alpha < 0.001$	$\alpha < 0.001$
	3/1	3/2	
⩽ 5	r = -0.1579	r = 0.07799	r = -0.09379
	t = -1.289	t = 0.8953	t = -1.138
	N = 67	N = 133	N = 148
	$\alpha < 0.10$ n.s.	$\alpha < 0.25$ n.s.	$\alpha < 0.25$
	r = -0.2028	r = 0.1151	
	t = -2.221	t = 2.293	
	N = 117	N = 394	
	$\alpha < 0.05$	$\alpha < 0.05$	

Tabelle 19: Produkt-Moment-Korrelation nach Pearson der 6-Felder-Matrix zum pH_{NA} unter Einbeziehung von 60 Minuten ante partum (N = 394)

4. Vier der sechs Felder imponierten signifikant zum pH_{NA}, wobei das Feld 2/2 ($35 \geq OA > 5$ SpM; $OF < 2$), welches 84.4 % aller Minuten auf sich vereinigte, als einziges Feld signifikant positiv zum pH_{NA} korreliert war.

Drei weitere Felder waren signifikant negativ zum pH_{NA} assoziiert und vereinnahmten weitere 13.4 % der CTG-Minuten.
Dadurch konnten 97.81 % aller dezelerationsfreien und auswertbaren CTG-Minuten in eine eindeutige Beziehung zum pH_{NA} gebracht werden.
Der Oszillationstyp 1/1 ($OA > 35$ SpM; $OF < 2$) war nur viermal in einem Kollektiv von 14.905 Minuten vertreten. Das Gros der BL-Phänomene, die dieser Beschreibung genügten, imponierte vermutlich als Alteration (Akzelerationen bzw. Dezelerationen).
Das Feld 3/2 ($OA \leq 5$ SpM; $OF > 2$) konnte nicht in eine Beziehung zum pH_{NA} gebracht werden.

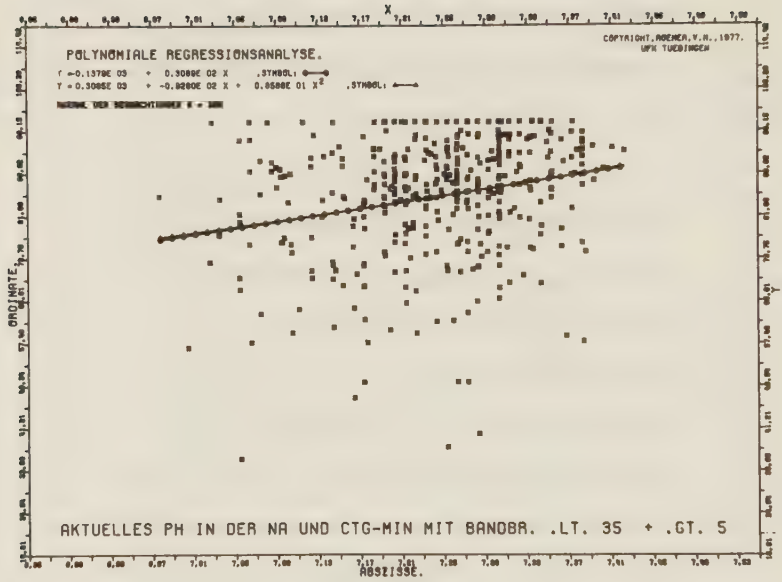


Abb. 15: Abbildung 15 stellt die polynominale Regressionsanalyse der beiden Variablen aktuelles pH der Nabelarterie und prozentuale Häufigkeit von CTG-Minuten mit einer Amplitude 35 ≥ OA > 5 SpM.

Ordinate: Prozentuale Häufigkeit der Amplitude 35 ≥ OA > 5 SpM

Abszisse: Aktuelles pH der Nabelarterie

5. Die Ergebnisse der Korrelationsanalysen der Einzelfelder spiegelten sich auch in den Ergebnissen der en-bloc-Korrelation von Zeilen zu Spalten wieder:

a) Die großen OA (OA > 35 SpM) waren negativ zum pH_{NA} korreliert (Abb. 13).

b) Die kleinen OA (OA ≤ 5 SpM) waren negativ zum pH_{NA} korreliert.

c) Die kleinen OF (OF ≤ 2) waren negativ zum pH_{NA} korreliert.

d) Die mittlere Zeile der OA (35 ≥ OA > 5 SpM), bestehend aus den Feldern 2/1 und 2/2 war signifikant positiv zum pH_{NA} assoziiert. Dabei war das Ergebnis der Zeile schwächer als daß des Einzelfeldes 2/2. Dies war durch die negative (gegenläufige) Korrelation des Einzelfeldes 2/1 zum pH_{NA} zu erklären. (Abb. 15)

e) Dieser gegenläufige Effekt erklärte auch die fehlende Signifikanz der Spalte OF > 2,

da das Feld 1/2 und 2/2 gegenläufig zum pH_{NA} assoziiert waren und damit das Ergebnis der Spalte "neutralisierte".

Der Vorteil dieser 6-Felder-Tafel gegenüber der Hammacher-Matrix zur Beschreibung der BL-Phänomene lag in ihrer erhöhten Praktikabilität begründet. Alle Befunde, die dem Feld 2/2 zugeordnet werden konnten, konnten durch die korrelationsanalytischen Betrachtungen als Variation eines physiologischen Status betrachtet werden.
Alle Befunde, die nicht dem Feld 2/2 zugeordnet werden konnten, müssen den Kliniker "aufhorchen" lassen.

Wir nahmen bei dieser Empfehlung ganz bewußt in Kauf, daß damit auch die Befunde des Feldes 3/2 ($OA \leqslant 5$ SpM; $OF > 2$) als suspekt tituliert wurden, obwohl dies korrelationsanalytisch nicht eindeutig bewiesen werden konnte. (Die negative Korrelation der Zeile konnte auch durch das Feld 3/1 bedingt sein).

Aufgrund des schwachen Zusammenhanges der OA $\leqslant$ 5 SpM und des pH_{NA} prüften wir im letzten Schritt dieser Untersuchung die Möglichkeit, die 6-Felder-Matrix weiter auf eine 4-Felder-Matrix zu reduzieren. Analog zur Aufteilung bei den Oszillationsfrequenzen führten wir bei den Oszillationsamplituden eine Zweiteilung durch und reduzierten damit die 6-Felder-Matrix auf 4 Felder.

Wir variierten die Trennlinie Xj im Intervall j = 30 und j = 45 und stellten die Ergebnisse für γ und z in den Abbildungen 16 und 17 und in den Tabellen 20/21 dar.

Resultate:

1. Wir entschieden uns für die Trennlinie Xj = 35, obwohl die Unterschiede zu Xj = 40 nur sehr gering imponierten.

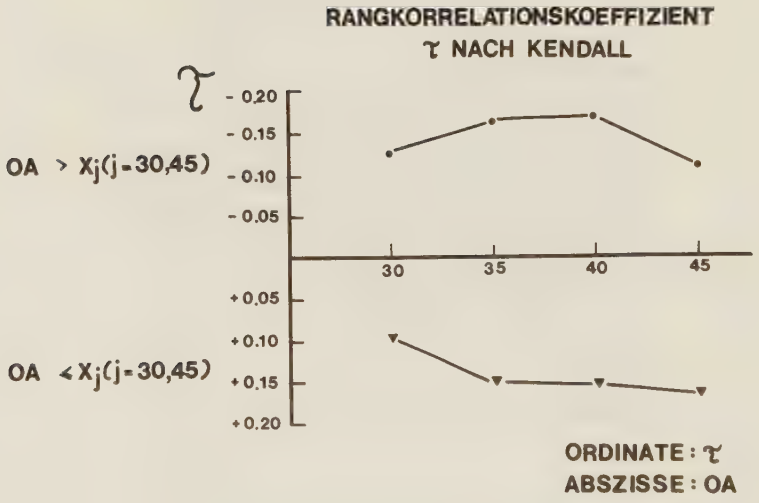


Abb. 17: Die Abbildung 17 gibt die Koeffizienten einer Rangkorrelationsanalyse nach Kendall einer 4-Felder-Tafel wieder. Hierbei wurde die Oszillationsfrequenz fixiert (OF = 2) und die Amplitudengrenze Xj von j = 30 bis j = 45 variiert und zum pH_{NA} korreliert.

Die Rangkorrelationskoeffizienten mit negativem Vorzeichen beschreiben die Korrelation der Zeile OA> Xj zum pH_{NA} (Punkt).

Die Rangkorrelationskoeffizienten mit positivem Vorzeichen beschreiben die Korrelation der Zeile OA≤ Xj zum pH_{NA} (Dreieck).

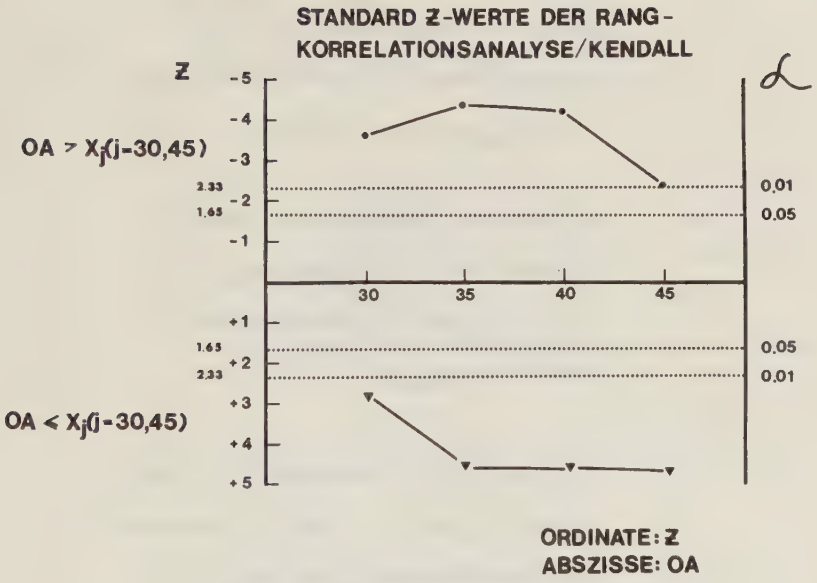


Abb. 16: Die Abbildung 16 gibt die Standard-z-Werte der Rangkorrelationsanalyse nach Kendall einer 4-Felder-Matrix wieder. Hierbei wird die Oszillationsfrequenzgrenze (OF = 2) fixiert und die Oszillationsamplitudengrenze Xj von j = 30 bis j = 45 variiert und zum pH_{NA} korreliert.
Die z-Werte mit negativem Vorzeichen beschreiben die Korrelation der Zeile OA > Xj zum pH_{NA} (Punkt)

Die z-Werte mit positivem Vorzeichen beschreiben die Korrelation der Zeile OA ≤ Xj zum pH_{NA} (Dreieck).

2. 99,97 % aller dezelerationsfreien und auswertbaren Minuten konnten in eine hochsignifikante ($\alpha < 0,001$) Beziehung zum pH_{NA} gebracht werden.

85,56 % der CTG-Minuten imponierte hochsignifikant positiv zum pH_{NA}, 13,41 % imponierten hochsignifikant negativ zum pH_{NA}.

3. Der Rangkorrelationskoeffizient γ des Feldes 2/1 (OA $\leq$ 35 / OF $\leq$ 2) imponierte hochsignifikant negativ zum pH_{NA} ($\gamma = -0,2015$; $z = -3,2081$; $\alpha < 0,001$; $N = 116$).

Diese Zunahme an Stärke und Existenz des Zusammenhanges zum pH_{NA} rechtfertigte daher die Zusammenlegung der Felder 2/1 ($35 \geq OA > 5$; $OF < 2$) und 3/1 ($5 \geq OA$; $OF < 2$) der 6-Felder-Matrix zum Feld 2/1 ($35 \geq OA$; $OF < 2$) der 4-Felder-Matrix.

OA/SpM	OF / min ⩾ 2	OF / min < 2	
	1/1	1/2	
> 35	τ = 0.3333	τ = -0.16587	τ = -0.16433
	z = 0.0	z = -4-3915	z = -4.3645
	N = 4	N = 315	N = 317
	α = 0.5	α < 0.001	α < 0.001
	2/1	2/2	
⩽ 35	τ = -0.2015	τ = 0.18445	τ = 0.15081
	z = -3.2081	z = 5.4677	z = 4.4703
	N = 116	N = 394	N = 394
	α < 0.001	α < 0.0001	α < 0.0001

	τ = -0.1987	τ = 0.0466
	z = -3.1951	z = 1.3818
	N = 117	N = 394
	α < 0.001	α = 0.0838
		n.s.

Tabelle 20: Rangkorrelationsanalyse nach Kendall der 4-Felder-Matrix zum pH_{NA} unter Einbeziehung von 60 Minuten ante partum (N = 394)

OA/SpM	OF / min ⩽ 2	OF / min > 2	
> 35	r = 0.8172 t = 2.005 N = 4 $\alpha < 0.05$	r = -0.2393 t = -4.361 N = 315 $\alpha < 0.001$	r = -0.2341 t = -4.274 $\alpha \leq 0.001$
⩽ 35	r = -0.1923 t = -2.092 N = 116 $\alpha < 0.05$	r = 0.2676 t = 5.499 N = 394 $\alpha < 0.001$	r = 0.2184 t = 4.430 $\alpha < 0.001$
	r = -0.2028 t = -2.221 $\alpha \leq 0.005$	r = 0.1151 t = 2.293 $\alpha \leq 0.005$	

Tabelle 21: Produkt-Moment-Korrelationsanalyse nach Pearson der 4-Felder-Matrix zum pH_{NA} unter Einbeziehung von 60 Minuten ante partum (N = 394)

Diese vergleichenden Überlegungen wurden durch die Ergebnisse der Produkt-Moment-Korrelation nach Pearson bestätigt (Tabelle 21).

4. Der Befund des Feldes 2/2 ($OA \leqslant 35$; $OF > 2$) war in der Rangkorrelationsanalyse nach Kendall hochsignifikant positiv zum pH_{NA} korreliert ($\tau = 0.18445$; $z = 5.4677$; $\alpha < 0.0001$; $N = 394$). Dieser Befund wurde auch durch die Korrelationsanalyse nach Pearson bestätigt ($r = 0.2676$; $t = 5.499$; $\alpha < 0.0001$).

Dieser Befund rechtfertigte die Zusammenlegung der Felder 2/2 ($35 \geqslant OA > 5$; $OF > 2$) und 3/2 ($OA \leqslant 5$; $OF > 2$) der 6-Felder-Matrix, da sowohl die Stärke als auch die Existenz eines Zusammenhanges mit dem pH_{NA} ausgedrückt wurden.

Aus dieser vergleichenden Betrachtung war der Schluß zulässig, daß die silenten OA mit einer vorhandenen Oszillationstätigkeit

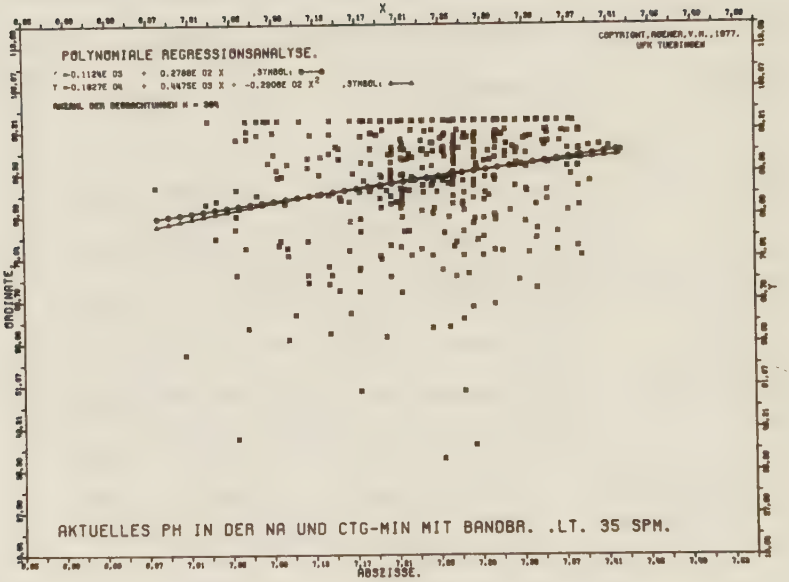


Abb. 18: Abbildung 18 stellte die polynominale Regressionsanalyse der Variablen aktuelles pH_{NA} der Nabelarterie und der Variablen prozentuale Häufigkeit von CTG-Minuten mit einer OA > 35 SpM dar.

Ordinate: Prozentuale Häufigkeit einer OA > 35 SpM

Abszisse: Aktuelles pH_{NA}

als Variation eines offenbar physiologischen Zustandes bewertet werden kann.

5. Die Ergebnisse der "en-bloc-Korrelation" von Zeilen und Spalten entsprachen im wesentlichen den Befunden, die wir bereits bei der 6-Felder-Matrix diskutiert hatten.

Diese Reduktion der 6-Felder-Matrix barg sicher die Gefahr eines Informationsverlustes. Wir sind entsprechend der Ergebnisse unter Punkt 3 und 4 der Meinung, daß dieser Informationsverlust bis dato noch nicht aufgetreten ist. Darüberhinaus ist eine erhöhte "Ausschöpfung" der Daten i.S. der Praktikabilität durch den Kliniker die beste Rückversicherung.

Diese 4-Felder-Matrix gewann nicht durch die "Decouvrierung" eines Azidoseindikators, d.h. wir konnten kein BL-Phänomen nachweisen, welches sicherer Nachweis einer klinisch apparenten Azidose war.

So konnte aufgrund korrelationsanalytischer Betrachtungen das Feld 2/2 abgegrenzt werden. Dieses Feld (35 $\geq$ OA; OF $>$ 2) konnte als Variation der physiologischen Varianz des CTG-Musters betrachtet werden. (86.6 %), während die kleinen OF (OF $\leq$ 2; 3.3 %) und die großen OA (OA $>$ 35; 10.13 %) besondere Aufmerksamkeit des Klinikers verdienen.

Die Assoziation zum pH_{NA} war nicht so stark, daß man aus der zeitlichen Persistenz eines Oszillationsmusters die Existenz und den Grad einer Azidose hätte voraussagen können.

Inwieweit dieses Schema einem analog zur Hammacher-Matrix verwandten "scoring" ("Punktewertung") zugeführt werden kann, wird künftigen Arbeiten vorbehalten bleiben.

4. Diskussion

In der vorliegenden Studie sollten zwei Fragenkomplexe angesprochen und analysiert werden:

1. Ist es klinisch sinnvoll, das Oszillationsgeschehen der basalen fetalen Herzfrequenz quantitativ zu erfassen?

2. Ist die von Hammacher (1974) vorgeschlagene Oszillationstypenmatrix geeignet, das Oszillationsgeschehen zu beschreiben oder können bessere Einteilungsschemata abgeleitet werden, die eventuell ein noch höheres diagnostisches Potential aufweisen?

Unsere Daten zeigen, daß der Analyse der fetalen Herzfrequenz eine diagnostische Bedeutung zukommt. Sie zeigen aber auch, daß die Irrtumsmöglichkeit des Geburtshelfers vor allem bei präazidotischen Feten besonders groß ist. Ich habe in dieser Arbeit versucht, den Einfluß verschiedener klinischer Gegebenheiten auf die fetale Herzfrequenz zu beschreiben: Zentral wirksame Pharmaka, Nabelschnurkomplikationen, fetale Azidämie etc. Die dabei gewonnenen Resultate machen deutlich, von wieviel Parametern die fetale Herzfrequenz tatsächlich beeinflußt wird. Nicht angesprochen und nicht quantifiziert wurde der Einfluß der fetalen Wach-Schlafzustände. Dies wurde bewußt außer Acht gelassen, da wir davon ausgingen, daß der Fetus in der späten Eröffnungs- und Austreibungsperiode nicht mehr schläft.

Diese Art des Vorgehens wird zwar immer dem Rechner vorbehalten bleiben, zeigt aber die Problematik, eine Fülle differenter Einflüsse auf einen einzigen Parameter - die fetale Herzfrequenz - zu qualifizieren. Die Art unserer CTG-Analyse entspricht ansonsten genau jener, die täglich, wenn auch weniger exakt, im Kreissaal vorgenommen wird. In der Praxis ist es jedoch nicht möglich, tiefe Oszillationsfrequenzen (OF $\leq$ 2) exakt zu bestimmen, da das Auflösungsvermögen des Papiers dies nicht zuläßt. Der Parameter "Oszillationsfrequenz" bleibt daher gerade in jenem Bereich problematisch, in dem er in der Lage wäre, etwas zu leisten (Roemer et al 1978). Diese Schwierigkeiten werden erst durch die elektronische Verarbeitung des Triggersignals umgangen werden können. Voraussetzung hierzu ist eine exakte Registrierung (beat-to-beat) der fetalen Herzfrequenz. Da bei den auf dem kommerziellen Markt erhältlichen Kardiotokographen nicht immer eine beat-to-beat-Registrierung gewährleistet ist, muß der Geburtshelfer häufig auf die Oszillationsamplitude als Diagnostikum zurückgreifen, da diese weniger stark beeinflußt wird. Die Oszillationsamplitude ist daher aus praktischen Gründen zur Beschreibung des Oszillationsgeschehens gegebenenfalls von Vorteil.

Wir fanden in einem azidosefreien Kollektiv bei Vorlage von Nabelschnurkomplikationen eine Einschränkung der mittleren OA von 22 SpM auf 19 SpM. Darüberhinaus ließ sich aber keine weitere signifikante Veränderung des Oszillationsmusters erkennen.

Die Tatsache, daß bei Vorlage einer Azidämie dieses Phänomen nicht mehr nachzuweisen war, ließ sich dadurch erklären, daß die fetale Azidämie generell zu

einer Einschränkung der OA bei allen Feten führt. Es besteht auch die Möglichkeit, daß dieses Phänomen in der frühen Eröffnungsperiode in dieser Form nicht zur Beobachtung kommt.

Darüberhinaus haben wir versucht, den Einfluß zentral wirksamer Pharmaka (Psyquil, Valium, Dolantin) auf das Oszillationsmuster zu prüfen.
Wir fanden in der Austreibungsperiode eine minimale, aber doch signifikante Zunahme der mittleren OA von 20,3 SpM auf 21,4 SpM in einem azidosefreien Kollektiv. Wir konnten damit die Ergebnisse anderer Untersucher (13, 17, 25, 32), die eine Einschränkung der OA beobachtet haben, nicht bestätigen. Wir konnten auch keine signifikante Zunahme der OA vom Typ 0 nach Hammacher nachweisen (25, 26). Diese Ergebnisse werfen die Frage auf, ob die Einwirkung zentral wirksamer Pharmaka auf das intrapartale CTG nicht doch wesentlich geringer ist, als dies gemeinhin angenommen wird. Eine alleinige Betrachtung der OA orientiert am pH_{NA} läßt keine Aussage auf eine drohende fetale Azidose zu.

Die Daten bestätigen die Aussagen Roemers (54), daß OA und OF in der direkten Kardiotokographie im Grunde genommen nur zwei Ansichten ein- und desselben Phänomens sind. Ob nun tatsächlich eine Ansicht mehr Information vermittelt als die andere Ansicht ist zumindest fraglich. Sicher erscheint jedoch, daß die größeren methodischen Schwierigkeiten zur Bestimmung der OF den offenbar vorhandenen statistischen verifizierbaren Vorteil dieser Ansicht höchstens im Einzelfall auszugleichen vermag. Dieser diagnostische Vorteil bestünde darin, daß bei konstanter OA mit zunehmender

Azidose die Anzahl der OF tatsächlich abnimmt. Dieser Rückgang ist zwar deutlich, aber nicht signifikant und tritt dann auch erst bei schwerer Azidämie in Erscheinung ($pH_{NA} \leq 7.100$) und ist bei herkömmlicher CTG-Betrachtung nicht zu quantifizieren. Hammacher (21, 23) hat eine klinische Alarmgrenze bei weniger als zwei Oszillationen (also realiter eine Oszillation pro Minute, welches zwei Schwingungen dieser Studie entspricht) angegeben. Dies ist insofern problematisch, als genau in diesem Bereich die Meßbarkeit des Parameters OF auch aus klinischer Sicht heraus zu ungenau wird. Immerhin können wir aber aus statistischer, analytischer Sicht heraus die Alarmgrenzen Hammachers bestätigen.

Von Interesse bleibt vor allem die Betrachtung der OF innerhalb festgelegter Bandbreiten, da dieser Rückgang unter einer fetalen Azidämie auch klinisch genutzt werden könnte. Diese kombinierte Betrachtung von OA und OF wird jedoch dem Einzelfall oder dem Rechner vorbehalten bleiben.

Wesentlich stärker als diese Einflußfaktoren ist die Bedeutung des Frequenzniveaus auf das Oszillationsgeschehen. Die Abhängigkeit der OA vom basalen Frequenzniveau zieht den Schluß nach sich, daß bei einem relativ niedrigen Frequenzniveau physiologischerweise mit einer hohen Bandbreite zu rechnen ist und bei hohem Frequenzniveau mit einer schmalen Bandbreite. Analoge Ergebnisse hat Roemer auch für die OF nachgewiesen (in Vorbereitung). Bemerkenswert ist die Tatsache, daß die Frequenzabhängigkeit auch bei

verschiedenen pH-Ausgangslagen nachweisbar bleibt.

In einer weiterführenden Studie gilt es zu prüfen, in wieweit die Bedeutung der silenten Oszillationen auch ein frequenzbedingtes Phänomen ist. Einen ersten Ansatz in dieser Richtung lieferte Paul (44), der seine Untersuchung zur OA im normokarden Bereich plaziert.

Die Idee einer Oszillationstypenmatrix (Hammacher 1974) erscheint klinisch sinnvoll und diagnostisch effektiv. Die Verwendung von 12 verschiedenen Oszillationstypen wäre klinisch dann sinnvoll, wenn jedes Oszillationsmuster tatsächlich eine individuelle Aussagekraft hätte. Dies konnte in dieser Studie jedoch weder nachgewiesen noch wahrscheinlich gemacht werden. Der Vergleich der 12 Feldbesetzungen eines Azidosekollektives mit jener einer azidosefreien Stichprobe ergab wider Erwarten geringfügige Verschiebungen, die numerisch so schwach waren, daß sie nicht statistisch gesichert werden konnten. Unter dem Einfluß einer fetalen Hypoxie nehmen die CTG-Minuten mit tiefer Oszillationsfrequenz und enger Amplitude nur unwesentlich zu. Diese Beobachtungen gelten streng genommen nur für die in dieser Studie analysierte Austreibungs- und Preßperiode.

In dem korrelationsanalytischen Teil dieser Arbeit konnten allerdings signifikante Assoziationen zwischen dem aktuellen pH in der Nabelarterie und der Häufigkeit bestimmter OTM/Minuten nachgewiesen werden. Diese Korrelationskoeffizienten liegen aber numerisch wiederum so tief, daß für den Kliniker keine klinischen Schlußfolgerungen abgeleitet werden können. Ein Korrelations-

koeffizient von 0,1 - 0,2 ist zu gering, um unser klinisches Handeln definitiv bestimmen zu können.

Die Korrelationsanalyse legt den Schluß nahe, daß von einzelnen OTM-Minuten ein Rückschluß auf das kindliche Wohlergehen gezogen werden kann, wenn es dem Feten gut ging. In diesen Fällen traten besonders häufig Oszillationsmuster mit undulatorischer OA und hoher Oszillationsfrequenz auf. Das isolierte Vorkommen dieser Oszillationsmuster gibt dem Geburtshelfer einen relativ zuverlässigen Hinweis auf das kindliche Wohlbefinden. Wenn es dem Feten schlecht geht, also eine mittelschwere bis schwere Azidose vorliegt, können fast beliebige Oszillationsmuster angetroffen werden. Erst im präfinalen Stadium kommt es zur typischen Silenz mit konstantem Rückgang der Schlag-zu-Schlag-Variabilität.

Diese Ergebnisse waren für uns Anlaß, die Möglichkeit der Grenzveränderung mit einer gleichzeitigen Reduktion der Oszillationstypen zu prüfen. Aus einer statistischen Analyse der Verteilungsstruktur von OA und OF bei sauren und nicht sauren Feten können Zahlen abgeleitet werden, die geeignet erscheinen, Grundlage eines statistisch begründbaren Einteilungsschemas zu werden. Auf der Grundlage dieser Daten haben wir analog zur Hammachermatrix Matrices konstruiert und korrelationsanalytisch auf ihr diagnostisches Potential hin geprüft. Ich räume ein, daß diese Daten - statistisch analytisch gewonnen - die Klinik nicht ersetzen können, sondern unbedingt einer klinischen Überprüfung bedürfen.

Durch die Überprüfung der Oszillationsgrenzen sehen wir uns aber in der Lage, zu den "Alarmgrenzen" von Hammacher Stellung zu nehmen. Es wird der weiteren Überprüfung überlassen bleiben müssen, ob die Reduktion der Hammacher-Matrix auf 6 oder 4 Felder eine vergrößerte Praktikabilität mit einer erhöhten Aussagefähigkeit verbindet oder aber nur ein vergrößertes Raster darstellt. Bei der Reduktion der Hammacher-Matrix auf eine 4-Felder-Matrix haben wir unsere Skepsis gegenüber dem diagnostischen Potential der silenten Oszillationen (OA< 5 SpM) ausgedrückt. Für die Oszillationsamplitude haben wir eine negative Korrelation zum pH_{NA} lediglich für die großen Oszillationen (OA≥ 35 SpM) gefunden. Die Statistik belegt die Annahme, daß alle Oszillationsphänomene im Bereich OF> 2 und OA < 35 SpM als physiologisch oder als Variation eines physiologischen Zustandes gelten dürfen. Die silenten Oszillationen (OA < 5 SpM) bezeichnen wir erst in dem Moment als pathologisch, wenn ihr Auftreten mit einem Rückgang der Oszillationsfrequenz verbunden ist. In diesem Sinne hilft die Feldermatrix die Bandbreite des physiologischen CTG's gegenüber dem pathologischen CTG-Befund abzugrenzen.

In dieser Form ist der auf Hammacher zurückgehende Ansatz (1974) der semiquantitiven Beschreibung der fetalen Herzfrequenz sicher bestechend, da er klug und einfach erscheint.
Die Idee einer Oszillationstypenmatrix wird unabhängig von ihrer präzisen Struktur den Geburtshelfer so lange interessieren müssen, bis die vollständige on-line Verarbeitung des CTG's verwirklicht ist.

5. Zusammenfassung der Ergebnisse

Die letzten 120 Minuten von 394 intrapartal abgeleiteten technisch möglichst einwandfreien Kardiotokogrammen (Hewlett Packard, 2 cm Papiervorschub/min) wurden manuell mit einfachen Hilfsmitteln (Stechzirkel, Schublehre, Lineal) ausgewertet. Die Daten wurden auf Lochbelege übertragen, abgelocht und auf einem IBM-System 370/135 weiterverarbeitet.

Registriert wurden die mittlere basale Frequenz pro Minute, die Oszillationsamplitude (OA), die Oszillationsfrequenz (OF) sowie wesentliche Daten aller Dezelerationen und Akzelerationen.

Mit Hilfe eines 33 Positionen umfassenden Schlüssels wurden die klinischen und laborchemischen Parameter der Mutter und des Neonaten registriert.

Resultate:

1. Bei der Untersuchung zwei azidosefreier Kollektive ($pH_{NA} > 7.200$) mit nachgewiesener Nabelschnurkomplikation wurde unter dem Einfluß dieser NS-Komplikation eine hochsignifikante Einschränkung der mittleren Oszillationsamplitude nachgewiesen.

Analog dazu wurde ein Rückgang der saltatorischen OA beobachtet. Diese Befunde stellten sich unter dem Einfluß einer fetalen Azidämie ($pH_{NA} \leqslant 7.200$) nicht mehr dar.

2. Wir untersuchten den Einfluß zentral wirksamer Pharmaka (Dolantin, Fortral, Valium, Psyquil und Narkose) - intrapartal appliziert - auf die Oszillationsamplitude und deren Verteilungsmuster. Die Untersuchung an zwei azidosefreien Kollektiven erbrachte in einem Fall eine geringfügige Erweiterung der mittleren Oszillationsamplitude. Wir konnten die Ergebnisse von Fischer (13), Hammacher (.25) und Hüter (32) hinsichtlich einer Einengung der Oszillationsamplitude nicht bestätigen. Es ließ sich keine signifikante Änderung des Verteilungsmusters der OA nachweisen (Tabelle 2).

3. Das Verhalten der Oszillationstypen nach Hammacher wurde auf Veränderungen in Abhängigkeit vom pH_{NA} geprüft. Auch unter dem Einfluß einer schweren fetalen Azidämie ($pH_{NA} \leqslant 7.100$) (Tabelle 3) konnte keine signifikante Veränderung des OA-Verteilungs-

musters nachgewiesen werden. Die silenten Oszillationen vom Typ 0 stellten sich nicht als der "Azidoseindikator" dar, als der sie in der Literatur beschrieben werden.

4. Das Verhalten der Oszillationsfrequenzen wurde auf Veränderungen in Abhängigkeit vom pH_{NA} geprüft. Unter dem Einfluß einer schweren fetalen Azidose ($pH_{NA} \leqslant 7.100$) ließ sich ein Rückgang der OF nachweisen (Tabelle 4).

5. Die Analyse der Oszillationsfrequenzen innerhalb der von Hammacher vorgeschlagenen Bandbreiten bestätigte das Ergebnis von Punkt 4. Unter dem Einfluß einer schweren fetalen Azidämie ($pH_{NA} \leqslant 7.100$) ließ sich innerhalb des Oszillationstypen I ein signifikanter Rückgang der OF nachweisen.

Unter der Einwirkung fetaler Azidosen ließ sich ein Einfluß auf die FHF an der OF deutlicher als an der OA ablesen.

6. Wir prüften den Einfluß des Frequenzniveaus auf die OA und stellten fest, daß Tachykardien mit einer hochsignifikanten Einengung der OA einhergingen, während bei Bradykardien eine deutlich erweiterte Oszillationsamplitude vorlag. Diese Abhängigkeit der OA blieb auch unter dem Einfluß schwerer fetaler Azidämien hochsignifikant nachweisbar. Wir diskutierten die Frage, ob die Bedeutung der silenten Oszillationen in der Literatur durch Tachykardien und deren Persistenz bedingt sein kann.

7. Die "Oszillationstypenmatrix" nach Hammacher (OTM), die 12 verschiedene Oszillationsmuster unterscheidet, wurde programmiert und die absolute und prozentuale Verteilung der 14.905 CTG-Minuten auf die einzelnen Oszillationsmuster unter verschiedenen Bedingungen geprüft. Dabei zeigte sich, daß im Gesamtkollektiv (pH_{NA} : $\bar{x} = 7.240 \pm 0.086$) nur bei 5 von 12 Oszillationsmustern eine prozentuale Besetzung von über 5 % vorkam.

Eine Senkung des pH_{NA} führte zu einem prozentualen Anstieg der Oszillationsmuster mit kleiner OA und reduzierter OF. Alle Veränderungen in der prozentualen Besetzung der einzelnen Oszillationsmuster in den nach Azidämie gestaffelten Stichproben waren numerisch nicht sehr ausgeprägt und waren im Chi-Quadrat-Test nicht signifikant.

8. Die Oszillationsmuster der OTM wurden mittels Rangkorrelationsanalyse nach Kendall und Produkt-Moment-Korrelationen nach Pearson auf ihre Assoziation zum pH_{NA} geprüft. Nur 5 von 12 Oszillationsmustern korrelierten signifikant zum pH_{NA} (Kendall). Drei der vier Oszillationsmuster mit kleiner OF ($OF \leqslant 4$) waren signifikant negativ mit dem pH_{NA} assoziiert.

Die Korrelationsanalyse der Oszillationsfrequenzen ergab für die $OF \leqslant 4$ eine signifikant negative Korrelation zum pH_{NA}.

Die Korrelationsanalysen der Oszillationstypen nach Hammacher ergaben für die OA $\geq$ 25 SpM und die OA $\leq$ 5 SpM eine signifikant negative Korrelation zum pH_{NA}.
Die undulatorische OA (25 > OA $\geq$ 10 SpM) war als stärkster Parameter signifikant positiv zum pH_{NA} (γ = 0.1331; z = 3.95; N = 394) korreliert.

9. Die OTM wurde reduziert und einer statistisch orientierten Variierung ihrer Grenzen unterzogen. Der Autor entwickelte eine OTM mit 4 Oszillationsmustern, die 99.97 % aller CTG-Minuten in eine hochsignifikante Assoziation zum pH_{NA} setzt. Alle CTG-Minuten mit einer OA > 35 SpM bzw. einer OF $\leq$ 2 wurden nach statistischer Prüfung als "suspekt" eingeordnet und müssen den Kliniker aufhorchen lassen. Alle anderen CTG-Minuten dürfen als physiologisch angesehen oder betrachtet werden.

6. Legenden

Tabelle 1: Einfluß von Nabelschnurkomplikationen auf die mittlere Oszillationsamplitude und deren Verteilungsmuster. Die Ergebnisse wurden mit Hilfe des t-Testes bzw. des Chi-Quadrat-Testes auf ihre Signifikanz geprüft.

Tabelle 2: Einfluß von intrapartaler Medikamentenapplikation zentral wirksamer Pharmaka (Valium, Psyquil, Dolantin und jede Form der Narkose; eine Kurznarkose anläßlich eines Beckenausgangsforceps wurde dabei nicht berücksichtigt, N = 8) auf die mittlere Oszillationsamplitude und deren Verteilungsmuster. Die Ergebnisse wurden mit Hilfe des t-Testes bzw. des Chi-Quadrat-Testes auf ihre Signifikanz geprüft.

Tabelle 3: In Tabelle 3 ist das prozentuale Vorkommen von CTG-Minuten in Abhängigkeit von der Oszillationsamplitude und der Azidämie im

Nabelschnurblut aufgeführt. Die pH-Mittelwerte im Gesamtkollektiv und in den sechs unverbundenen Stichproben, die Anzahl der untersuchten Feten (Σ N) und die Anzahl der ausgewerteten CTG-Minuten (Σ min) sind unten angegeben. In der unteren Zeile sind die Ergebnisse des Chi-Quadrat-Testes aufgeführt.

Tabelle 4: In Tabelle 4 ist das prozentuale Vorkommen von CTG-Minuten in Abhängigkeit von der Oszillationsfrequenz und der Azidämie im Nabelschnurblut aufgeführt. Die pH-Mittelwerte im Gesamtkollektiv und in den sechs unverbundenen Stichproben, die Anzahl der untersuchten Feten (ΣN) und die Anzahl der ausgewerteten CTG-Minuten (Σ min) sind unten angegeben. In der unteren Zeile sind die Ergebnisse des Chi-Quadrat-Testes aufgeführt.

Tabelle 5: In Tabelle 5 ist das prozentuale Vorkommen von CTG-Minuten mit ausschließlich saltatorischen Oszillationen (OA $\geq$ 25 SpM) in Abhängigkeit von der Oszillationsfrequenz und der Azidämie im Nabelschnurblut aufgeführt. Die pH-Mittelwerte im Gesamtkollektiv (I) und den sechs unverbundenen Stichproben (II - VII), die Anzahl der untersuchten Feten (Σ N) und die Anzahl der ausgewerteten CTG-Minuten (Σ n) sind unten angegeben.

Tabelle 6: Siehe Legende zu Tabelle 5; in Tabelle 6 sind nur CTG-Minuten mit undulatorischen Oszillationen vom Typ II (OA 10 - 24 SpM) aufgeführt.

Tabelle 7: Siehe Legende zu Tabelle 5; in Tabelle 7 sind ausschließlich CTG-Minuten mit eingeschränkt undulatorischen Oszillationen vom Typ I (OA 5-9 SpM) aufgeführt.

Tabelle 8: Siehe Legende zu Tabelle 5; in Tabelle 8 sind ausschließlich CTG-Minuten mit silenten Oszillationen vom Typ 0 (OA $<$ 5 SpM) wiedergegeben.

Tabelle 9: In Tabelle 9 ist die Abhängigkeit der OA vom Frequenzniveau dargestellt. Ferner wird geprüft, ob diese Assoziation auch unter dem Einfluß fetaler Azidämie bestehen bleibt. Die Ergebnisse des Kolmogorov-Smirnov-Zweistichprobentestes (Nullhypothese H_o = gleiche Verteilungsstruktur) sind aufgeführt.

Tabelle 10: Die Frequenzabhängigkeit der OA im Kollektiv I (alle Fälle N = 394). Aufgeführt werden die mittlere OA, SD, das Ergebnis des Mittelwertvergleiches mittels t-Test, die 5., 50., 75. und 95. Perzentile der kumulierten Verteilung. Alle Verteilungen wurden mit dem Kolmogorov-Smirnov-Einstichprobentest (Kolmo I) auf ihre Struktur geprüft. Nullhypothese (H_o) = Normalverteilung; die errechneten z-Werte ($z = D \times N^{1/2}$, wobei $D = \max (F_o(x) - S_N(x))$ sind aufgeführt.

Tabelle 11: Die Frequenzabhängigkeit der OA im Kollektiv III ($7.35 \geqslant pH_{NA} > 7.30$).
Siehe Legende Tabelle 10.

Tabelle 12: Die Frequenzabhängigkeit der OA im Kollektiv VII ($pH \leqslant 7.100$). Siehe Text zu Tabelle 10.

Tabelle 13: Die "Hammacher-Matrix" mit absoluter und prozentualer Besetzung bei 394 Feten mit 14.905 ausgewerteten CTG-Minuten.

Tabelle 14: Die "Hammacher-Matrix" mit absoluter und prozentualer Besetzung in einem Kollektiv $7.200 \geqslant pH > 7.100$ (N = 86; 2.978 Minuten).

Tabelle 15: Die "Hammacher-Matrix" mit absoluter und prozentualer Besetzung in einem Kollektiv $pH \leqslant 7.100$ (N = 35; 1.131 CTG-Minuten).

Tabelle 16: Rangkorrelationsanalyse nach Kendall der Hammacher-Matrix zum pH_{NA} unter Einbeziehung von 60 Minuten ante partum ($\Sigma N = 394$). Neben der Prüfung der Einzelfelder wurden die Zeilen und Spalten en bloc zum pH_{NA} korreliert. Die Rangkorrelationsanalyse der Zeilen entspricht der Korrelation des Oszillationstypen nach Hammacher zum pH_{NA} ohne Berücksichtigung der Oszillationsfrequenzen. Die Rangkorrelations-

analyse der Spalten beschreibt die Korrelation der Oszillationsfrequenzen (A, B, C nach Hammacher) ohne Berücksichtigung der Oszillationsamplitude.

Tabelle 17: Produkt-Moment-Korrelation nach Pearson der Hammacher-Matrix zum pH_{NA} unter Einbeziehung von 60 Minuten ante partum.

Tabelle 18: Rangkorrelationsanalyse nach Kendall einer 6-Felder-Matrix zum pH_{NA} unter Einbeziehung von 60 Minuten ante partum ($\Sigma N = 394$).
Neben der Prüfung der Einzelfelder wurden die Spalten und Zeilen en bloc zum pH_{NA} korreliert.
Die Rangkorrelationsanalyse der Zeilen entspricht der Korrelation der Amplituden zum pH_{NA} ohne Berücksichtigung der Oszillationsfrequenzen.
Die Rangkorrelationsanalyse der Spalten beschreibt die Korrelation der Oszillationsfrequenzen zum pH_{NA} ohne Berücksichtigung der Oszillationsamplitude.

Tabelle 19: Produkt-Moment-Korrelation nach Pearson einer 6-Felder-Matrix zum pH_{NA} unter Einbeziehung von 60 Minuten ante partum.

Tabelle 20: Rangkorrelationsanalyse nach Kendall einer 4-Felder-Matrix zur Beschreibung der BL-Phänomene zum pH_{NA} unter Einbeziehung von 60 Minuten ante partum (N = 394).

Tabelle 21: Produkt-Moment-Korrelation nach Pearson. Siehe Text zu Tabelle 20.

7. Literatur

1. Babaknia, A., Niebyl, I.: The effect of Magnesium Sulfate on fetal heart rate baseline variability. Obstet. Gynec. 51, 2 S (1978)

2. Beard, R.W., Edington, P.T.: The results of attempts to monitor by continous FHR all patients admitted in labour. Perinatal medicine, 4th European Congress. Stembera, Z. K. et al. (eds.). Stuttgart: Thieme 1975

3. Belfrage, P., L. Irrstedt, N. Raabe et al: General anaesthesia or lumbar epidural block for caesarean section? Effects on the Foetal heart rate. Acta Anaesthesiol. Scand. 21 (1) 67 / 1977

4. Berg, D., Hammacher, K., Schulz, I., Wernicke, K., Muschaweck, R., Gärtner, K., Bonath, K., Gremer, R.: - Beobachtungen am ausgetragenen Schaf-Feten. In: Perinatale Medizin, 3. Deutscher Kongreß. Saling, E., Schulte, F.J., (Hrsg.) Stuttgart: Thieme 1972

5. Berg, D., Kronenberger, G., Kubli, F.,: Statistische Untersuchungen zur subpartalen Acidose des Feten. Arch. Gyn. 209, 34-49 (1970)

6. Brady, J., L.S. James: Fetal electrographic studies. Tachycardia as a sign of fetal distress. Amer. J. Obstet. Gnec. 86 (1963) 785

7. Brandt, H., W. M. Fischer: Über den Zusammenhang von Ausmaß und Dauer fetaler Bradykardien und dem pH-Wert des fetalen Kapillarblutes. In: Perinatale Medizin, Bd. IV, hrsg. von J. W. Dudenhausen, E. Saling. Thieme, Stuttgart 1973 (S. 192)

8. Bührig, H., Schmid, J., : Die klinische Wertigkeit pathologischer Herzfrequenzmuster sub partu. Geburtsh. u. Frauenheilkunde 35 (1975) 343 - 348

9. Bustos, R., Béjar, R., Arroyave, H., et al: Heart rate in fetuses and neonates in normal conditions and with mild depression. Journal. Perin. Med. 3/1975/172

10. Caldeyro-Barcia, R., A.A. Ibarra - Polo, L. Gulin, J.J. Poseiro, C. Mendez-Bauer: Diagnostic and prognostic significance oh intrapartum fetal tachykardia and type II dips. In: Prenatal life, hrsg. von H.C. Mack. Wayne State University Press, Detroit/Mich. 1969 (S 129)

11. Caldeyro-Barcia, R., Mendez-Bauer, C., Poseiro, J.J., Escacena, L.A., Posé, S.V., Bieniarz, J., Arnt, I., Gulin, F., Althabe, O.: Control oh human fetal heart rate during labour. In: The heart and circulation in the newborn and infant. Cassels, D.E. (ed.). New York: Grune & Stratton 1966.

12. Dalton, K.J., Dawes, D.M., Patrick, I.: Fetal breathing an heart rate variability. In: Perinatal Medicine, p. 187, Eds.: Rooth, G., L.-E. Bratteby, Uppsala: Almquist s Wiksell Int. 1976

13. Fischer, W.M. et al. (eds.): Cardiotokographie, Lehrbuch und Atlas, Stuttgart: Thieme 1976

14. Fischer, W., Stude, I., Brandt, H., (1976): Ein Vorschlag zur Beurteilung des antepatralen Cardiotokogramms. In: Z. Geburts. Perinat. 180 (1976) 117

15. Fischer, W.M.,: The heart rate pattern of the dying fetus. In: Perinatal medicine, 3rd European Congress, Bossart, H. et al. (eds.). Bern: Huber 1972

16. De Haan, J., van Bemmel, J.H., Versteeg, B., Veth, A.F.L., Stolte, L.A.M., Janssens, J., Eskes, T.K.A.B.: Quantitative Auswertung der fetalen Herzfrequenzkurve. In: Perinatale Medizin, Band II. E. Saling, F.J., Schulte (Hrsg.) Stuttgart, Thieme 1975

17. De Haan, J., van Bemmel, J.H., Versteeg, B. et al: Quantitative Evaluation of fetal heart rate patterns. II. The significance of the fixed heart rate during pregnancy and labour. Eur. J. Obstet. Gynecol. 1, 103 (1971)

18. De Haan, van Bemmel, J.H., Stolte, L.A.M. et al., Quantitative evaluation of fetal heart rate patterns: III Beat-to-beat arrhythmia. Eur. I. Obstet Gynec. 4 137 (1971)

19. De Haan, R., Patrick, J., Chess, G.F., Jaco, N.T.: Definition of sleep state in the newborn infant by heart rate analysis. Am. J. Obstet. Gynec. 127, 753 (1977)

20. De Haan, J., Stolte, L.A.M., Veth, A.F.L., van Bemmel, J.-H., Janssens, J., Eskes, T.K.A.B.: Die Bedeutung der schnellen Oszillationen im Kardiotokogramm des Feten. In: Perinatale Medizin. Band III, J.W. Dudenhausen, E. Saling (Hrsg.), Stuttgart: Thieme 1972

21. Hammacher, K.: Klinische Bedeutung der Zahl der Oszillationen pro Minute für die Bewertung des fetalen Zustandes sub partu. In: Perinatale Medizin, 8. Deutscher Kongreß, Berlin 1977 Stuttgart: Thieme 1978

22. Hammacher, K.: Fluktuation = FHF-Oszillationen, Floatingline und Baseline. In: Perinatale Medizin, Band V, Dudenhausen, J.W. et al. (eds.) Stuttgart: Thieme 1974

23. Hammacher, K.: The clinical significance of cardiotokography, In: Perinatal medicine, 1st European Congress, Berlin, Huntingford P.J., Hüter, K.A., Saling, E. (eds.). Stuttgart: Thieme 1969

24. Hammacher, K., Brun Del Re., R., De Grandi, P., Richter, R.: Kardiotokographischer Nachweis einer fetalen Gefährdung mit einem CTG-Score. Gynäk. Rdsch. 14. Suppl. 1, 61 (1974)

25. Hammacher, K., Hüter, K.A., Bokelmann, I., Werners P.H., Foetal heart frequency and perinatal condition oh the foetus and newborn. Gynaekologia 166, 439 (1968)

26. Hammacher, K., Werners, P.H.: Über die Auswertung und Dokumentation von CTG-Ergebnissen. Gynaecologia, 166, 410 (1968)

27. Hajeri, H., Schneider, L., Dauphin, F., Papiernik, E.: Silent fetal heart rate: Prognoses and pathophysiology in perinatal medicin, 4th European Congress, Prag 1974 Stembera, Z.K. et al. (eds.) Stuttgart: Thieme 1975

28. Heinrich, J., G. Seidenschnur, E. Koepcke, H. Hopp: Praxis der Kardiotokographie. Johann Ambrosius Barth Leipzig 1977

29. Hellmann, L.M., Johnson, H.L., Tolles, W.E. et al: Some factors affecting the fetal heart rate. Am. J. Abstet. Gynec. 82, 1033 (1963)

30. Hon, E.H.: An Atlas of fetal heart rate patterns. New Haven, Conn. Harty Press 1968

31. Hon, E.H., Yeh, S.Y.: The electronic evaluation of fetal heart rate. X. fetal arrhythmia index. Med. Res. Eng. 8, 14, (1969)

32. Hüter, I., Hammacher, K., Kubli, F., Tripp, R.: Die Beeinflussung der basalen fetalen Herzfrequenz und des fetalen und maternalen Säure-Basen-Haushalts durch Pethidin (Dolantin). Geburts- und Frauenheilk. 28, 874 (1968)

33. Klöck, F.K., Lamberti, G., Closs, H.P., Schwenzel, W., Austermann, R.: Kindliches Kardiogramm unmittelbar post partum unter Berücksichtigung des Kardiotokogrammes sub partu und der Säure-Basen-Parameter des Nabelschnurblutes. Perinatale Medizin, 3. Deutscher Kongreß. Saling, E., Schulte, F.J. (Hrsg.) Stuttgart: Thieme 1972

34. Kubli, F.W., Hon, E.H., Khazin, A.F., Takemura, H., Am J. Obstet. Gynec. 104: 1191, 1969 Observation on heart rate and pH in the human fetus during labour.

35. Kubli, F., Rüttgers, H.: Kontinuierliche Registrierung der fetalen Herzfrequenz bei gleichzeitiger Wehenschreibung. I.: Nomenklatur, Interpretation und klinische Anwendung. In: Gynäkologe 2 (1969) 1 II. Probleme der Instrumentierung. In:Gynäkologe 2 (1969)

36. Kubli, F.: Fetale Gefahrenzustände und ihre Diagnose. Thieme, Stuttgart 1966

37. Lamberti, G., Klöck, F.K., Closs, H.P. et al: Das fetale Acidoserisiko in der Austreibungsperiode. In: Z. Geburtsh. Perinat 176 (1972) 50

38. Laros, R.K., Wong, W.S., Heilbron, D.C., Parer, J.T., Schnider, S.M., Naylor, H., Butter, J.: A comparison of methods for quantitating fetal heart variability. Am. J. Obstet. Gynec. 128, 381 (1977)

39. Lejumeau, de Kergaradec, J.A.: Über die Auskultation (das Hören) in Beziehung auf die Schwangerschaft, oder Untersuchung über zwei neue Zeichen, mittels deren man mehrere Umstände des Schwangerschafts-zustandes erkennen kann. Übersetzt Weimar 1822

40. Lepage, F., Sureau, C., Chavinié, J., Cannon, M., Houezec, R.: The need for technical progress in the study of the fetal heart rate. In: Perinatal Medicine 2nd Europ. Congress, London 1970. Huntingford, P.J., et al. (eds.). Basel: S. Karger. 1972

41. Low, J.A., Pangham, S.R., Worthington, D.N.: Intrapartum fetal heart rate profiles with ans without fetal aspyxia. Am. J. Obstet. Gynecol. 127: 729, 1977

42. Mondanlou, H.D., Freeman, R.K., Braly, P., Rasmussen, S.B.: A simple method of fetal and neonatal heart beat-to-beat-variability quantitation: Preliminary report. Am. J. Obstet. Gynec. 127, 861 (1971)

43. Organ, L.W., Hawrylyshyn, P.A., Goodwin, J.W. Milligan, J.E., Bernstein, A.: Quantitative indices of short- and long-term heart rate variability. Am. J. Obstet. Gynec. 130: 20 (1977)

44. Paul, R.H., Hon, E.H.: Clinical fetal monitoring. V. Effect on perinatal outcome, Am. J. Abstet. Gynec. 118: 529, 1974

45. Quilligan, J.E., E. Katigbak, C. Nowacek, N. Carnecki: Correlation of fetal heart rate patterns and blood gas values I. Normal heart rate values. Amer. J. Obstet. Gynec. 90 (1964) 1343

46. Quilligan, E.J., E. Katigbak, J. Hofschild: Correlation of fetal heart rate patterns and blood gas values II. Bradykardia. Amer. J. Obstet. Gynec. 91 (1965) 1123

47. Richter, R., Hammacher, K., Hinselmann, M.: Die Bedeutung abnormaler Oszillationsfrequenzen im Kardiotokogramm. In: Perinatale Medizin, 7. Kongreß. Dudenhausen, J.W., Saling, E., Schmidt, E. (Hrsg.) Stuttgart, Thieme 1973

48. Richter, R., Hohl, M., Hammacher, K., Lüscher, K.P., Stucki, D.: The evaluation of the oszillation frequency in intrapartum fetal monitoring. Obstet. Gynec. 50, 694 (1977).

49. Richter, R., Hohl, M., Hammacher, K., Lüscher, K.P., Stucki, D.: The evaluation of the oszillation frequency in intrapartum fetal monitoring. Obstet. Gynec. (in press)

50. Roemer, V.M., Ruppin, E.: Blutgasanalytische, elektro- und kardiotokographische Befunde bei einem Fall von schwerer intrauteriner Asphyxie. Geburtsh. und Frauenheilk. 31, 853 (1972)

51. Roemer, V.M., Elsenberger, T., Hinselmann, M., Bärtschi, Sänger, V., Hammacher, K., Favre, M.: Grundlagen der elektronischen Auswertung der fetalen Herzfrequenz. In: Perinatale Medizin, 5. Deutscher Kongreß, Berlin, Dudenhausen, J.W., Saling, E. (eds.) Stuttgart, Thieme 1972

52. Roemer, V.M., Heinzel, S., Mietzner, S., Brühl, G., Heering, P.: Zum Problem der Semiquantitativen Beurteilung von Cardiotokogrammen mit einem Punktsystem.
VIII Akad. Tagung Deutschsprechender Hochschullehrer in der Gyn. und Geburtshilfe

53. Roemer, V.M., Heinzel, S., Peters, F.D., Heering, P.: Semiquantitative Auswertung von Kardiotokogrammen mit einem Punktsystem.
VII. Deutscher Perinatologenkongreß in Berlin

54. Roemer, V.M., Heinzl, S.: Mikro- und Makrofluktuation in der Cardiotokographie (in Vorbereitung)

55. Roemer, V.M., Heinzl, S., Mietzner, S., Peters, F.D.: Zur Abhängigkeit der Oszillationsfrequenz vom basalen Frequenzniveau in der Cardiotokographie. Arch. Gyn. (im Druck)

56. Roemer, V.M., Holzhausen, B., Heinzl, S.: The evaluation and significance of intrapartum FHR-oscillation patterns, J. Perinat. Med. (im Druck)

57. Roemer, V.M., Heinzl, S.: Zur Frage der Bedeutung der Oszillationsfrequenz in der Cardiotokographie Arch. Gynäk. 223, 299 (1977)

58. Roemer, V.M., Heinzl, S.: Zur Frage der Quantifizierung von Oszillationsfrequenz und Oszillationsamplitude in der direkten Cardiotokographie. 1979 (in press)

59. Roemer, V.M., Heinzl, S., F.D. Peters, S. Mietzner, G. Brühl, P. Heering: Oscillation-frequency and baseline fetal heart rate in the last 30 minutes of labour. British J. Obstet. Gynec. 6 (1979) 472

60. Rüttgers, H.: Kritische Bilanz der ante- und intrapartalen Cardiotokographie, Gynäkologe 7, 13-25 (1974)

61. Rüttgers, H., Kubli, F., Haller, U., et al.: Die antepartal fetale Herzfrequenz. I. Verhalten von Grundfrequenz, Fluktuation und Dezelerationen in der ungestörten Schwangerschaft
In: Z. Geburtsh. Perinat 176 (1972) 294

62. Sachs, L.: Statistische Auswertungsmethoden
Springer 1968

63. Saling, E.: Die O_2-Sparschaltung des fetalen Kreislaufs
Geburtsh. und Frauenheilk. 26, 413 (1966)

64. Seidl, A.: Computeranalyse des Kardiotokogramms zur Unterstützung der Geburtsüberwachung.
Wiener klinische Wochenschrift 90, Supplementum 80 (1978)

65. Siegel, S.: Nonparametric statistics for the behavioral science.
Int. Student Edition, McGrae-Hill, 1956

66. Simons, D.G., Johnson, R.L.: Heart rate patterns observed in medical monitoring. Aerospace Med. 36, 504 (1965)

67. Sureau, C.: Acute problems of the modern surveillance of the fetus during labour. An attempt at automatic evaluation of fetal heart rate. In: Perinatale Medizin, Band IV., Dudenhausen, J.W. et al. (eds.) Stuttgart: Thieme 1972

68. Sureau, C., Chavinié, J., Michelon, B., Feldmann, J.P., Cannon, M., Houezec, R.: Le Problème du rhythma cardiaque foetal-difficulté d'interprétation - solutions techniques. Gynéc. Obstét. (Paris) 69, 259 (1968)

69. Tournaire, M., Sturbois, G., Ripoche, A., Le Houezec, R., Breart, G., Chavinié, J., Sureau, C.: Evaluation of the fetal state by automatic analysis of the heart rate. 2. Deceleration areas and umbilical artery blood pH. J. Perinat. Med. 4, 118 (1976)

70. Yeh, S.Y., Forsythe, A., Hon, E.H.: Quantification of fetal heart beat-to-beat interval differences Obstet. Gynéc. 41, 355 (1973)

71. Vallbona, C., Carus, D., Spencer, W.A. et al.:
Patterns of sinus arrhythmia in patients with
lesions of the central nervous system.
Am. J. Cardiol. 16, 379 (1965)

72. Zaaijman, J., C. Slabber: The effect of lumbar
epidural analgesia on the fetal heart.
South Afr. Med. J. 52 (28) 1113, 1977

8. Verzeichnis der Abkürzungen

BB	-	Bandbreite (= Oszillationsamplitude)
BL	-	baseline (d.h. Grundlinie) beschreibt den Verlauf des CTG's zwischen den Akzelerationen bzw. Dezelerationen
bpm	-	beats per minute d.h. Schläge pro Minute (SpM) Maßeinheit für die Frequenz
CTG	-	Kardiotokogramm
F	-	Frequenz / min
FHF	-	Fetale Herzfrequenz
HKS	-	Herzkreislaufsystem
Med	-	Medikamente
NA	-	Nabelschnurarterie
NS	-	Nabelschnur
OA	-	Oszillationsamplitude (SpM)
OF	-	Oszillationsfrequenz (Ereignisse / min)
OTM	-	Oszillationstypenmatrix nach Hammacher zur Beschreibung von Baseline-Phänomene (Abb. 5)
SpM	-	Schläge pro Minute Maßeinheit für die Frequenz

9. Anlagen

9.1 Schlüssel zur Beschreibung von Herzfrequenzalterationen

0 keine Angaben

1 Akzeleration, V-förmig
Bedingungen:

1) Bei Vorlage der silenten FHF (0 - 5 bpm) und bei eingeschränkt undulatorischer FHF (5 - 10 bpm) muß mindestens die doppelte Bandbreite überschritten werden.

2) Dauer: (≥ 30 Sek.)

2 Akzeleration, U-förmig
Bedingungen: wie unter 1

3 Dip. II, erhaltene Oszillation; lag-time: (30" - 45")

4 Dip. II, erhaltene Oszillation; lag-time (45" - 60")

5 Dip. II, erhaltene Oszillation; lag-time (60")

6 Dip. II, mit basaler Verrundung; lag-time (30" - 45")

7 Dip. II, mit basaler Verrundung; lag-time (45" - 60")

8 Dip. II, mit basaler Verrundung; lag-time (60")

9 Dip. I, wehenabhängig: lag-time (0-30")
Bedingungen:
bei silenter FHF, bei eingeschränkt undulat. FHF mehr als 10 bzw. 20 bpm

A Variable Dezeleration mit init. Akzeleration, V-förmig mit guter Oszillation

B Variable Dezeleration mit init. Akzeleration, V-förmig mit basaler Verrundung

C Variable Dezeleration mit init. Akzeleration, U-förmig mit guter Oszillation

D Variable Dezeleration mit init. Akzeleration, U-förmig mit basaler Verrundung

E Variable Dezeleration mit term. Akzeleration, V-förmig mit guter Oszillation

F Variable Dezeleration mit term. Akzeleration, V-förmig mit basaler Verrundung

G Variable Dezeleration mit term. Akzeleration, U-förmig mit guter Oszillation

H Variable Dezeleration mit term. Akzeleration, U-förmig mit basaler Verrundung

I Variable Dezeleration mit init. und term. Akzeleration V-förmig, mit guter Oszillation

J Variable Dezeleration mit init. und term. Akzeleration V-förmig, mit basaler Verrundung

K Variable Dezeleration mit init. und term. Akzeleration U-förmig, mit guter Oszillation

L Variable Dezeleration mit init. und term. Akzeleration U-förmig, mit basaler Verrundung

M Variable Dezeleration ohne jede Akzeleration V-förmig, mit guter Oszillation

N Variable Dezeleration ohne jede Akzeleration V-förmig, mit basaler Verrundung

O Variable Dezeleration ohne jede Akzeleration U-förmig, mit guter Oszillation

P Variable Dezeleration ohne jede Akzeleration U-förmig, mit basaler Verrundung

Q sporadic change bei Kindsbewegungen

R w-förmig mit guter Oszillation

S w-förmig mit basaler Verrundung

9.2 Schlüssel zur Registrierung klinischer und biochemischer Daten der Mutter und des Feten

10) Geburt
- Ø = Angabe fehlt
- 1 = Spontangeburt
- 2 = Vakuumextraktion
- 3 = Forceps
- 4 = Vakuum und Forceps
- 5 = BEL-Entwicklung (vaginal)

11) Lage
- Ø = Angabe fehlt
- 1 = I. und II. HHL
- 2 = I. und II. hi. HHL
- 3 = Deflexionslagen
- 4 = BEL

12) Medikamente
- Ø = keine Angaben
- 1 = keinerlei Medikamente
- 2 = Dolantin sub partu
- 3 = Narkose
- 4 = Valium
- 5 = Dolantin und Narkose
- 6 = Psyquil und Narkose
- 7 = Psyquil
- 8 = Psyquil und Dolantin und Narkose
- 9 = Valium und Isoptin und Narkose

13) Fruchtwasser
- Ø = keine Angaben
- 1 = klar
- 2 = stark mekoniumhaltig
- 3 = leicht mekoniumhaltig
- 4 = blutig

14) Nabelschnurkompl.	ø	= keine Angaben
	1	= keine Umschlingungen
	2	= 1 x Hals
	3	= > 1 x Hals
	4	= Körper
	5	= Hals und Körper
	6	= Extremitäten
	7	= 5 und 6
	8	= Vorfall
	9	= Insertio velamentosa
21) Vielling	ø	= keine Angaben
	1	= Einling
	2	= 1. Zwilling
	3	= 2. Zwilling
	4	= 1. Drilling
	5	= 2. Drilling
	6	= 3. Drilling
22) Sex	ø	= keine Angaben
	1	= Knabe
	2	= Mädchen
50-51) Mutterkrankh.	00	= keine Angaben
	01	= Mutter gesund
	02	= Herz-Kreislauf
	03	= Diabetes
	04	= ZNS
	05	= EPH
	06	= Malignom
	07	= Anaemie
	08	= Uterusmißbildungen

52-53) Kind Mobidität/ Mortalität	00 = Angabe fehlt
	01 = gesund und unauffällig
	02 = krank bei uns
	03 = krank Kinderklinik
	04 = gestorben sub partu
	05 = gestorben bis 7. Tag pp
	06 = gestorben bis 10. Tag pp
	07 = mit Mißbildung
	08 = gestorben und Mißbildung
	09 = 2 und 3
61) Plazenta	0 = keine Angaben
	1 = normal makroskopisch
	2 = auffallend klein
	3 = Infarkten bedeckt
	4 = vorz. Lösung
	5 = 2 und 3
66) Anaesthesie	0 = keine Angaben
	1 = keine Anaesthesie
	2 = Pud. cocc. An.
	3 = Peridurale An.
	4 = Allgemeinnarkose
	5 = Lokale An.
	6 = Paracervicale An.
	7 = Kombination von 4 und 6
	8 = Kombination von 2 und 3

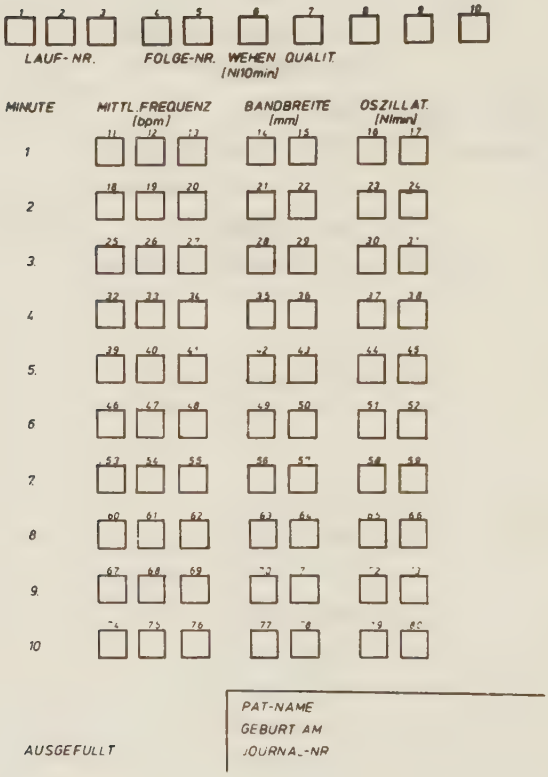
67) Oxytocin

0 = keine Angaben
1 = kein Oxytocin
2 = Reifungstropf, dann spontane Wehen
3 = Einleitung (keine sp. Wehen)
4 = 2 und 3
5 = Oxytocin bei sek. Wehenschwäche
6 = 3 VE Syntocinon i.v.
7 = 3 und 6

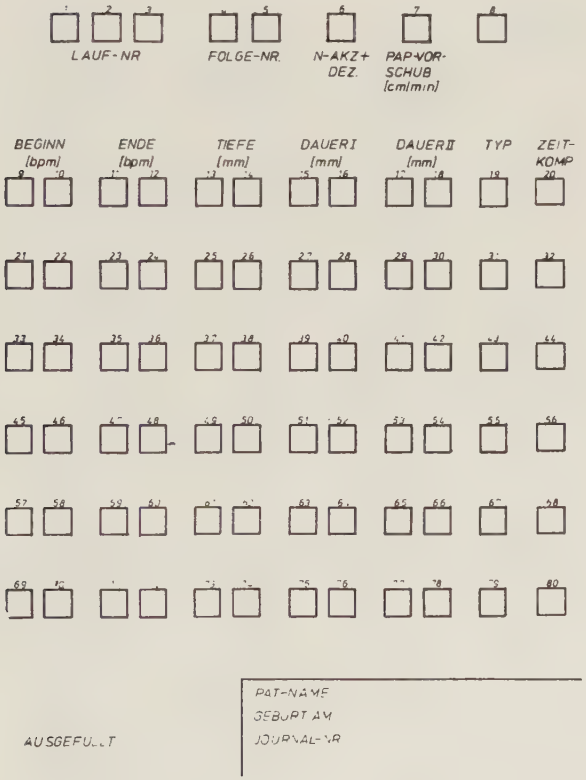
68) Tokolyse

0 = keine Angaben
1 = keine Tokolyse
2 = Tokolyse
3 = Notfall-Tokolyse

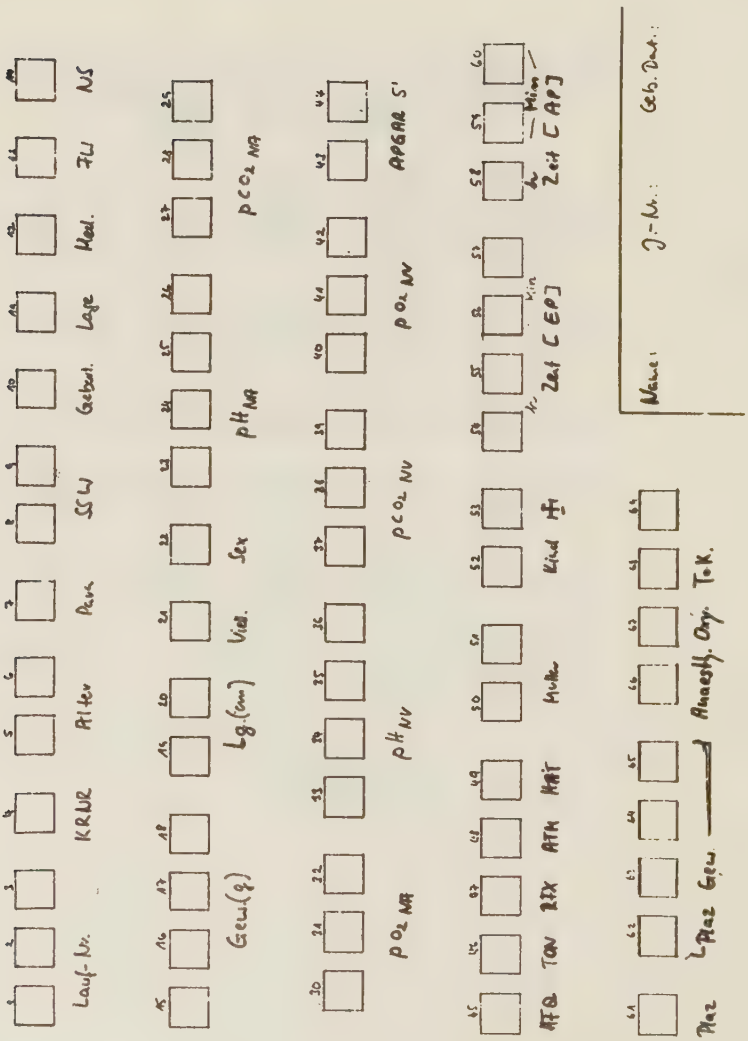
9.3 Musterbogen zur Registrierung der basalen Herzfrequenz



9.4 Musterbogen zur Registrierung der Herzfrequenzalterationen



9.5 Musterbogen zur Registrierung klinischer und biochemischer Daten der Mutter und des Feten



Lebenslauf

Am 20. November 1953 wurde ich, Peter Julius Heering, als Sohn des Dr. med. vet. Julius Heering und seiner Frau Ingeborg, geb. Woelcke, in Wuppertal geboren.

Von 1960 bis 1964 besuchte ich die Wilhelm-Ophüls-Schule in Langenberg/Rheinland, im Anschluß daran das Städtische neusprachliche Gymnasium. Im Wintersemester 1972/1973 immatrikulierte ich mich an der Universität Düsseldorf und legte dort im März 1975 die ärztliche Vorprüfung und im März 1976 den ersten Abschnitt der ärztlichen Prüfung ab. Im Sommersemester 1976 immatrikulierte ich mich an der Eberhard-Karls-Universität Tübingen. Im Sommersemester 1978 kehrte ich an die Universität Düsseldorf zurück und legte im August 1978 den zweiten Abschnitt und am 12. November 1979 den dritten Abschnitt der ärztlichen Prüfung ab.

Bis zum 30. Oktober 1980 arbeite ich als Assistent in der Abteilung für Respiratory Medicine der University of New South Wales, Sydney.